

Strategická výzkumná agenda (SVA)

(Strategic Research Agenda - SRA)

Zpracováno v rámci projektu „Podpora rozvoje bezpečnosti průmyslu v ČR“

– 5. 1. SPTP01/002, program OPPI, Spolupráce – Technologické platformy

Původní verze - Prosinec 2009

Aktualizace – Prosinec 2010

Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu, o. s.

Lumírova 13

700 30 Ostrava – Výškovice



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

Osnova

1.	Úvod.....	4
1.1	Struktura CZ-TPIS	4
1.2	Vize CZ-TPIS.....	5
1.3	Seznam členů CZ-TPIS	6
2.	PS1. Pokročilé technologie snižování rizik.....	7
2.1	Současný stav řešené problematiky.....	7
2.2	Cíle a priority výzkumu.....	8
3.	PS2. Metody hodnocení a řízení rizik.....	17
3.1	Současný stav řešené problematiky.....	17
3.2	Cíle a priority výzkumu.....	18
4.	PS3. Lidský a organizační faktor	19
4.1	Současný stav řešené problematiky.....	19
4.2	Cíle a priority výzkumu.....	20
5.	PS4. Vzdělávání a trénink.....	24
5.1	Současný stav řešené problematiky.....	24
5.2	Cíle a priority výzkumu.....	25
6.	PS5. Bezpečnost v dopravě.....	28
6.1	Současný stav řešené problematiky.....	28
6.2	Cíle a priority výzkumu.....	30
7.	PS6. Bezpečnost nanotechnologií	33
7.1	Současný stav řešené problematiky.....	33
7.2	Bezpečnost nanomateriálů v rámci legislativy ČR a Evropské unie.....	38
7.3	Cíle a priority výzkumu.....	55
8.	Návrh na směřování výzkumu platformy v oblasti „security“	57
8.1	Úvod.....	57
8.2	Oblasti výzkumu podporované Radou pro Program bezpečnostního výzkumu ČR.....	58
8.3	Předpokládané směry bezpečnostního výzkumu plynoucího ze současných hrozeb.....	62
8.4	Závěr k oblasti security	71
9.	Závěr	72

Předmluva

Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu, o.s. (CZ-TPIS) byla založena začátkem června roku 2007. Zasedáním 1. valné hromady byla zahájena činnost této národní platformy a to v souladu s již fungující Evropskou technologickou platformou bezpečnosti průmyslu (ETPIS). Národní platformy bezpečnosti průmyslu již fungují například ve Španělsku, Francii, Finsku, Itálii, Německu, Polsku a v dalších zemích. Národní platformy jsou důležité pro úzký kontakt s evropskou platformou ve specifikaci směřování výzkumu.

Na základě těchto skutečností a podpory ze strany Ministerstva průmyslu a obchodu a agentury CzechInvest v Operačním programu Podnikání pro Inovace, programu Spolupráce – Technologické platformy, vzniká tento dokument – Strategická výzkumná agenda (SVA). Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucím pracovních skupin, kteří připravili návrhy tohoto dokumentu za své oblasti, všem členům platformy a partnerům, kteří se zapojili do připomínkování a vylepšování této Strategické výzkumné agendy České technologické platformy bezpečnosti průmyslu.

Těším se na další spolupráci.

Aleš Bernatík

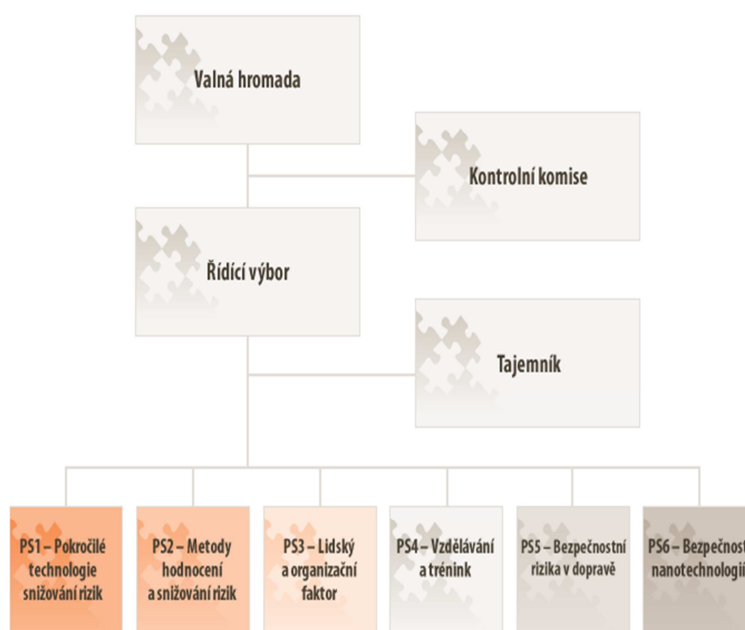
předseda řídicího výboru CZ-TPIS

1. Úvod

Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu, o.s., je dobrovolné, nezávislé sdružení, sdružující členy na základě společného zájmu. Jejím posláním je podpora organizací působících ve prospěch rozvoje bezpečnosti průmyslu v České republice, společného identifikování národních zájmů v oblasti průmyslové bezpečnosti a jednotného prosazování těchto zájmů na evropské úrovni. Členem platformy se může stát jakákoliv fyzická nebo právnická osoba, která si přeje tuto platformu podporovat, a souhlasí se Stanovami CZ-TPIS.

Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu si klade za cíl zapojit Českou republiku do realizace hlavních činností ETPIS, propagovat získané znalosti a zkušenosti v českém průmyslu a tím dosáhnout zvýšení bezpečnosti a konkurenceschopnosti průmyslu v České republice. CZ-TPIS usnadní propojení zájmů průmyslových podniků, odborných i výzkumných pracovišť, univerzit apod. se zájmy orgánů státní správy. Dalším cílem tohoto sdružení je větší zapojení českých partnerů do projektů 7. Rámcového programu EU a dalších národních a mezinárodních projektů, což může výrazně přispět k řešení otázek bezpečnosti průmyslu v České republice.

1.1 Struktura CZ-TPIS



Obrázek č. 1: Organizační struktura CZ-TPIS (PS – pracovní skupina)

Platforma je vedena řídicím výborem složeným ze zástupců vědeckých a výzkumných ústavů, státních orgánů a univerzit, průmyslu a dalších významných organizací. Základním článkem jsou pracovní skupiny vedené odborníky pro danou oblast a ustavené pro koordinaci jednotlivých priorit, s přímým napojením na příslušné zainteresované strany. Administrativní řízení a organizaci CZ-TPIS zajišťuje řídicí výbor platformy, který je výkonným orgánem CZ-TPIS. Jeho členové jsou voleni valnou hromadou z řad členů platformy. Kontrolním a revizním orgánem platformy je kontrolní komise. Nejvyšším orgánem CZ-TPIS je pak valná hromada, kterou tvoří všichni členové platformy (viz obrázek č. 1).

1.2 Vize CZ-TPIS

Vize národní platformy vychází z celkové vize Evropské technologické platformy bezpečnosti průmyslu ve specifikaci směřování bezpečnostního výzkumu. Hlavním cílem národní platformy je společně identifikovat národní zájmy v oblasti bezpečnosti průmyslu, tyto zájmy prosazovat na české a evropské úrovni a vyhledávat finanční zdroje na podporu investic a výzkumu bezpečnosti v souladu s udržitelným rozvojem průmyslu.

Jednotlivé cíle CZ-TPIS lze charakterizovat takto:

- Zapojení České republiky do realizace hlavních činností Evropské technologické platformy bezpečnosti průmyslu.
- Zpracování vize rozvoje sektoru bezpečnosti průmyslu a vypracování Strategické výzkumné agendy (SVA).
- Vytváření mostu mezi vědou, výzkumem a průmyslem v oblasti bezpečnosti průmyslu.
- Zvyšování bezpečnosti a konkurenceschopnosti českého průmyslu.
- Propagace inovačních aktivit a vědecko-technického rozvoje v průmyslu.

Výše uvedené cíle přispějí k naplňování vize Evropské technologické platformy bezpečnosti průmyslu, která je formulována takto:

Vize pro bezpečnost průmyslu lze shrnout následovně.

- Do roku 2020 bude přijato nové paradigma pro bezpečnost v evropském průmyslu. Na bezpečnost se pohlíží jako na klíčový faktor pro úspěšný podnik a neodmyslitelný prvek výkonnosti podniku. V důsledku toho se bude průmyslová bezpečnost progresivně a měřitelně zlepšovat na základě redukce povinně hlášených nehod při práci, nemocí z povolání, poruch zařízení vedoucích k environmentálním nehodám a výrobním ztrátám. Předpokládá se vytvoření kultur „eliminace nehod“ a „poučení se z chyb“, kde je bezpečnost začleněna do navrhování, údržby, provozu, hodnocení použitelnosti a řízení rizik na všech úrovních v podnicích. Toto bude identifikovatelné jako výstup této Technologické platformy s následujícími kvantifikovanými cíli.
- Do r. 2020 budou ve všech hlavních průmyslových sektorech ve všech evropských zemích strukturované programy samočinné regulace bezpečnosti. Tyto programy budou mít pevné, měřitelné výkonnostní cíle pro zlepšenou strukturální výkonnost, eliminaci havárií, a splní roční míry redukce uvedené v cílech Technologické platformy.
- Do r. 2020 se stanou pracoviště bez nehod normou.

Tento vývoj významně přispěje k udržitelnému růstu všech hlavních průmyslových sektorů v Evropě bezpečnějším využitím perspektivních technologií a prodloužením životnosti stárnoucích objektů, a tím ke zlepšení sociálního blaha.

1.3 Seznam členů CZ-TPIS

společnost	sídlo společnosti	IČ
Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.	Líšeňská 33a, 636 00 Brno	44994575
Fyzikálně technický zkušební ústav, s.p.	Pikartská 7, 716 07 Ostrava-Radvanice	00577880
Technická univerzita v Liberci	FM-RSS, Studentská 2, 461 17 Liberec 1	46747885
Vysoká škola báňská - Tech. univerzita Ostrava	17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba	61989100
RESPECT OSTRAVA, s. r. o.	Přívozká 134/6, 702 00 Ostrava	25377302
Vítkovické slévárny, spol. s r. o.	Halasova 2904/1, 706 02 Ostrava-Vítkovice	62304992
Sdružení pro rozvoj MSK	Výstavní 2224/8, 709 00 Ostrava-Mar. Hory	00576310
ČEZ Distribuční služby, s. r. o.	28. října 3123/152, 709 00 Ostrava	26871823
ABB s. r. o.	Sokolovská 84-86, 186 00 Praha 8	49682563
Lučební závody Draslovka a. s.	Havlíčková 605, 280 99 Kolín IV.	46357351
Česká pojišťovna a. s.	Spálená 75/16, 113 04 Praha 1	45272956
IHAS s. r. o.	Stodolní 1785/31, 702 00 Ostrava	26824922
Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická	Studentská 573, 532 10 Pardubice	00216275
Krajská hospodářská komora MSK	Výstavní 2224/8, 709 00 Ostrava-Mar. Hory	47673192
Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.	Jeruzalémská 9, 116 52 Praha 1	00025950
Vědeckovýzkumný uhelný ústav, a. s.	Pikartská 7, 716 07 Ostrava-Radvanice	45193380
TLP, spol. s r. o.	Nučická 1746/9, 100 00 Praha 10	43003923
Státní úřad pro jadernou bezpečnost	Senovážné náměstí 9, 110 00 Praha 1	48136069
Karel Štork, Otes - Cobre	Hřímálého 44, 301 00 Plzeň	14694859
NEW ELTOM Ostrava, s. r. o.	Čujkovova 30, 700 30 Ostrava - Zábřeh	25368524
Ústav jaderného výzkumu Řež, a. s.	Husinec - Řež čp. 130, 250 68 Řež	46356088
Mgr. Ivana Slováčková	Bezručova 194/34, 731 01 Český Těšín	76643239
Ing. Jan Hrdina -KPM	Za humny 2172, 688 01 Uherský Brod	11522721
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě	Partyzánské náměstí 7, 702 00 Ostrava	71009396
ENVIFORM a.s.	Závodní 814, 739 65 Třinec – Staré Město	25839047
ArcelorMittal Ostrava a.s.	Vratimovská 689, 707 02 Ostrava – Kunčice	45193258
HP – Pelzer k.s.	Pod Kyjovem 18, 322 00 Plzeň	40524604
FITE a.s.	Výstavní 2224/8, 709 00 Ostrava – Mar.Hory	47674938
Společná vize: Bezpečnost na staveništi, o.s.	Ondráčkova 946/95, 628 00 Brno	26574951
Koyo Bearings Česká republika s.r.o.	Pavelkova 253/5, Bystrovany 779 00 Olomouc	26418495
Ing. David Řehák, Ph.D.	Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice	
ENVÍtech Bohemia s.r.o.	Ovocná 34, 161 00, Praha 6	47119209
RWE Transgas a.s.	Limuzská 3135/12, 100 98, Praha	26460815
RSBP s.r.o.	Pikartská 7, 716 06 Ostrava - Radvanice	45196508
Sappex Trade s.r.o.	Hlučinská 1092/55a, 747 14 Ludgeřovice	25838458
Vodní zdroje Chrudim s.r.o.	U Vodárny 137, 537 01 Chrudim 2	15053865

2. PS1. Pokročilé technologie snižování rizik

2.1 *Současný stav řešené problematiky*

U každého typu činnosti člověka musíme počítat s riziky, jedná se o přirozený proces, který lze eliminovat zaváděním různých druhů bezpečnostních opatření. Různé druhy průmyslových aktivit s sebou přináší různé druhy rizik, např. u pracovníků průmyslových provozů to jsou rizika psychická, chemická, biologická, sociální, aj. Při vývoji a realizaci technologií čelí těmto účinkům zejména pracovníci, operátoři a manažeři.

Problémem je, že některé složitější technologické systémy, jsou doposud nedostatečně prostudovány a identifikovány. Nejsou podrobněji zjištěny reakce, chování pracovníků v daných situacích, způsobených přirozeným chováním člověka, které zvyšují pravděpodobnost chybných rozhodnutí a závažnost následných účinků.

Dochází k neustálému vývoji moderních technologií, díky kterým je možno navrhnout více účinných a produktivních systémů. Tyto systémy jsou dostupné a nabízejí rostoucí množství funkčních možností (nanotechnologie, minimalizace, inteligentní senzory...). K nejrychlejšímu vývoji dochází v oblasti informačních technologií a čidel, které napomáhají při vývoji nových metod a nástrojů pro kontrolní zařízení. Tato kontrolní zařízení pro bezpečnostní systémy mohou při správném používání značně přispět ke snížení pracovních rizik a významných nehod, a tím snížit počty pracovních úrazů, nemocí z povolání a dalších ztrát pro společnost.

2.2 Cíle a priority výzkumu

Používání nových vývojových technologií, které jsou efektivní při zvyšování průmyslové bezpečnosti, je nezbytné pro rozšíření a podporu výzkumu celkové bezpečnosti vyvíjených technologických zařízení.

Z důvodů nárůstu složitosti výrobních systémů, je nejdůležitější, aby tyto systémy plnily požadované funkce a to v kombinaci i s bezpečnostními požadavky. Nové technologie jsou uplatňovány nejen ve výrobních procesech, ale mohou ovlivňovat bezpečnost i v jiných oblastech, např. mohou pomoci při přepravě a skladování nebezpečných materiálů.

Základní metodiky snižování rizika pokrývají nejprve návrh systémů a zařízení používaných k přímé ochraně dotčeného subjektu (vývoj a zavádění bezrizikových technologií, materiálů, apod.), dále pak aplikace technické kolektivní ochrany a nakonec použití následných bezpečnostních opatření jako jsou organizační procedury nebo osobní ochranné pracovní prostředky.

Právě snaha o používání nových technologií v oblasti průmyslové bezpečnosti byla základem pro definování rozsahu v oblasti výzkumu. To zahrnuje vývoj znalostí vztahujících se k používání pokročilých technologií rozdělených do několika oblastí:

- A. technologie snižování rizik již u zdroje a využití inherentně bezpečných přístupů
- B. technologie snižování rizik pro ochranné systémy a zařízení
- C. nové materiály, technologie a zkušební metody pro osobní ochranné pracovní prostředky

Tato část strategického výzkumného programu může být také rozdělena do dvou výzkumných kroků s rozdílným zaměřením:

- a) na preventivní ochranná opatření vzhledem k rizikům, která se vyskytují na pracovišti
- b) na tvorbu bezpečnosti průmyslových rizik již ve fázi návrhu technologie nebo zařízení.

Provedením výše uvedených studií strategického výzkumného programu budou dosaženy následující cíle:

- Pokračující rozšiřování vědeckých znalostí vztahující se k příležitostem vytvořených novými technologiemi pro zajištění vysoké úrovně bezpečnosti v průmyslu. To se dotýká obou, tedy používání pokročilých technologií pro navrhování nových, bezpečnějších průmyslových systémů a zvyšování úrovně bezpečnosti ve všech existujících výrobních systémech.
- Poskytnout řešení pro průmyslovou výrobu následně umožňující zlepšit bezpečnost při práci, ve společnosti a v prostředí, ve všech fázích životního cyklu (během životnosti) průmyslových zařízení a instalací.
- Podporovat dosažení sociálních a ekonomických cílů ČR pomocí výrazného snížení počtu pracovních úrazů a nemocí z povolání, stejně tak jako závažných průmyslových havárií. Následkem čehož se sníží náklady spojené s nehodou, které by jinak musela nést společnost a průmyslové podniky. Pro dosažení tohoto cíle je nutná ekonomická stimulace zaměstnavatelů (ekonomických subjektů).

Cíle výzkumného programu PS1 lze rozdělit do následujících oblastí:

A. Technologie snižování rizik již u zdroje a využití inherentně bezpečných přístupů

Jedná se o nejefektivnější způsob snižování rizik vzhledem ke zdraví a životnímu prostředí. Daný přístup je založen na technologických řešeních, která nemají za následek jevy a skutečnosti, které by dávaly příčinu vzniknout rizikům pro člověka a životní prostředí. Rizika související s využitím nových technologií jako jsou nanotechnologie, inteligentní materiály, bezdrátová zařízení, nové chemické látky, geneticky modifikované organismy atd. nejsou ve skutečnosti průmyslem ani společnostmi jako celek prozkoumány. Proto si tedy následně začlenění a bezpečné používání těchto technologií, zařízení a materiálů vyžaduje provedení výzkumných studií, díky nimž budou tyto technologie vyvíjeny vnitřně bezpečněji a budou snižovat riziko u zdroje. Je třeba rovněž vzít v úvahu, že vývoj a výroba nových zařízení, jakož i vývoj nových technologií přináší rizika jiného charakteru, na která nejsme zvyklí.

a) Technologie a metody redukce zplodin a emisí z nebezpečných látek a aerosolů

Zavádění nových výrobních technologií v průmyslu by nemělo vést k uvolňování nebezpečných chemických látek a aerosolů (toxické látky, oděry, prachy, páry, nanočástice) do okolí. To je obzvláště důležité pro technologie obsahující nové látky, jejichž dlouhodobé účinky na zdraví a prostředí nejsou známy, nebyly rozpoznány a nemůžeme je ani určit. Tento přístup zahrnuje mimo jiné zavedení nových materiálů, které neobsahují nebezpečné látky, návrh technologií které sice obsahují nebezpečné látky, ale nacházejí se ve spolehlivě bezpečných podmínkách. Je třeba navrhnout spolehlivé technologie a systémy, které zabrání nechtěným emisím u nových postupů, výrobních systémů a strojů.

Výzkum v této oblasti by měl být zaměřen na vyšetřování toxických vlastností chemických činitelů (především pak karcinogenity), vývoj kritérií pro hodnocení expozice jemným částicím (zahrnující i nanočástice) a vývoj kritérií pro určení současného vystavení rozdílným chemickým činitelům. Současně by se měl výzkum zaměřit na vývoj technologií pro výrobu nových ohnivzdorných materiálů, např. polyuretanové pěny.

b) Technologie a metody zaměřené na přímou ochranu průmyslových podniků a zařízení s cílem snížit nebezpečí vzniku závažných havárií

Navzdory četnému úsilí společností průmyslových sdružení, regulátorů a tvůrců pravidel se počet nehod v průmyslu nijak významně nesnižuje. V posledních letech hrozba terorismu dodala této záležitosti na důležitosti. Proto je jedním z hlavních témat snížení rizika závažných havárií. Výzkum by se měl zaměřit na technologie a metody pro udržitelnou prevenci a snižování rizik ve výrobních závodech a skladovacích prostorách v souvislosti s implementací evropských směrnic, které se týkají rizikových zařízení, obzvláště Seveso II, IPPC, ATEX Direktiva a ochranou životního prostředí. Realizace nových technologií pro zlepšení navrhování průmyslových zařízení k dosažení vnitřně bezpečnějšího návrhu a následně činnost, beroucí v potaz odstranění lidských chyb a tím i nehod je velmi důležitá.

Prevence závažných havárií

Je potřeba prosazovat nejen zvýšení vnitřní průmyslové bezpečnosti podniků, ale také zlepšení komunikace mezi průmyslovými podniky navzájem a dále se zainteresovaným obyvatelstvem. Stále je potřeba pracovat na zlepšování komunikace při sdělování možných rizik před havárií a při havárii samotné. V rámci prevence závažných havárií je také vhodné podporovat nejlepší dostupné technologie (BAT, BREF) jako nástroj pro dlouhodobé zvyšování bezpečnosti, podporu zavádění “zelených technologií” v souladu s dlouhodobým snižováním negativních vlivů na životní prostředí.

V oblasti prevence závažných havárií by bylo vhodné se zabývat následujícími tématy:

- Zprostředkování či metodická pomoc při nastavování, implementaci a údržbě systému PZH (prevence závažných havárií) dle zákona č. 59/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů. (např. pomoc správním orgánům).
- Založení centrální databáze havárií, nehod a skoronehod za podpory komunikace mezi podniky a podpory proaktivního přístupu k evidenci a výměně tohoto typu informací (případně vkládat anonymně informace podniků do této databáze).
- Zkoumání a vyšetřování havárií a nehod experty v rámci CZ-TPIS.
- Podpora nebo přímo zpracování stručných poučení (lesson learnt) z diskutovaných havárií ve spolupráci se zástupci podniků (podporovat analýzu kořenových příčin).
- Pomoc při přípravě informací o stávajících a nových rizicích pro veřejnost. Zvyšování povědomí obyvatelstva o hrozících rizicích formou publikací na webu, veřejných diskusí a podobně, zvyšování informovanosti samosprávy.
- Harmonizace společného přístupu k limitům akutní toxicity (např. založených na dávce – probitové funkci) a jejich využití při hodnocení rizik a přípravě havarijních plánů.
- Zprostředkování pomoci při zjišťování a testování nebezpečných vlastností chemických látek uváděných nově do výroby a nově ohlašovaných dle systému REACH a GHS.

Protivýbuchová ochrana

Pro provozovatele technologií s rizikem výbuchu platí pro zajištění ochrany pracovníků směrnice EU 1999/92/EC, která byla do českého právního řádu přijata jako Nařízení vlády č. 406/2004. V EU k této směrnici existuje doporučení pro její aplikaci a kromě toho ve vyspělých státech i další dokumenty, rozvádějící jednotlivé aspekty hodnocení nebezpečí z hlediska uznatelné míry rizika. V ČR takovéto podobné dokumenty neexistují nebo jsou informace chaoticky, nekonzistentně a neúplně uváděny v různých předpisech. Vedle toho nejsou stanovena kritéria pro hodnocení způsobilosti osob, provádějících hodnocení nebezpečí. Bohužel neexistuje ani ucelený systém vzdělávání takových osob a definování úrovně a rozsahu potřebných znalostí.

Proto by bylo vhodné zabývat se v oblasti protivýbuchové ochrany následujícími tématy:

- a) Stanovení kritérií pro pracovníky v průmyslové sféře, kteří mají na starosti nebo jsou odpovědní za:
 - naplnění požadavků směrnice 1999/92/EC (vrcholový management),
 - stanovování prostředí s nebezpečím výbuchu,
 - posuzování rizik výbuchu a zajištění koncepce ochrany proti výbuchu,

- instalace zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu,
- údržbu provozovaných zařízení.
- b) Vypracovat školící materiály pro jednotlivé úrovně pracovníků uvedených výše.
- c) Vypracovat hodnotící testy pro ověření znalostí.
- d) Vybudovat školící pracoviště.
- e) Vytvořit systém prokazování způsobilosti včetně periodických přezkoušení, jejichž účelem je aktualizace informací.

Pozn.: Totéž by se týkalo externích firem, které tyto činnosti zajišťují pro podniky na komerční bázi.

Při navrhování nových provozů, nebo při hodnocení rizik v případě vzniku výbuchu u stávajících technologií je velmi komplikované/téměř nemožné s dostatečnou spolehlivostí a s ohledem na optimalizaci finančních nákladů na zajištění proti výbuchu stanovení přijatelné míry ohrožení, dokud k takové situaci nedojde. Jako vhodný technický nástroj pro predikci důsledků výbuchu slouží simulační SW. Cílem by bylo:

- definování požadavků na využití SW,
- rekognoskace použitelnosti stávajících SW produktů na trhu,
- pořízení nejvhodnějšího SW,
- výcvik pracovníků pro řešení simulačních scénářů s využitím SW a osvojení používání SW,
- porovnání/verifikace věrohodnosti výsledků získaných simulací s případy, které již v praxi nastaly,
- předvedení možností počítačové simulace pro podniky, kde existuje nebezpečí výbuchu, rafinérky, ...,
- předvedení možností SW simulace pro orgány státní správy (MVČR, MOČR),
- zpracování konkrétních typických projektů,
- marketingová studie komerčního uplatnění SW,
- zakoupení komerční verze SW (v případě komerční návratnosti vložených investic).

B. Technologie pro snižování rizika ochrannými systémy a zařízeními

Kolektivní ochranné systémy a zařízení by měly být využity pro prevenci nežádoucích následků při vystavení pracovníků rizikovým faktorům, zejména pak na pracovištích, kde není dále možné snižovat rizika již u zdroje z technických nebo ekonomických důvodů. Bezpečnost na pracovišti může být dosažena oddělením pracovníka od zdroje rizika nebo vyloučením či snížením rizika z podmínek (prostředí, okolí). V tomto případě je klíčovou záležitostí „Bezpečnost přizpůsobená výrobě“ pro dosažení provozní bezpečnosti na dané výrobě a znamená koordinované přizpůsobení mezi :

- způsobilostí operátorů (kvalifikace) a připraveností na nebezpečí (riziková připravenost)
- skutečnými pracovními úkoly
- vystavování nebezpečným situacím / událostem
- výrobou, která se má uskutečnit

Technologický pokrok umožňuje vytvořit nová a účinnější řešení „Bezpečnosti přizpůsobené výrobě“ systémů kolektivní ochrany. Nové generace materiálů umožňují vyvinout ochranné kryty a

zábrany s lepšími odporovými vlastnostmi a využitím. Díky použití elektronických zařízení je možné účinným způsobem ovládat postavení osob a zařízení a vyhnout se tak nebezpečným situacím, které vedou k nákladově úsporné, preventivní strategii. Nové informační způsoby umožňují vytvořit efektivní monitorování produkčních systémů a odhalovat nebezpečné situace. Výzkum nových metod a technologií redukcí rizika při práci prostřednictvím kolektivní ochrany by měl zvětšit úroveň bezpečnosti během činnosti průmyslových systémů, zlepšit organizaci technologických postupů a snížit tak výrobní náklady.

a) Ochranné systémy a chytrá čidla (senzory) pro stroje, pro proces výroby a dopravu

Vývoj ochranných systémů pro tyto procesy je založen na použití jednotek detekujících lidskou přítomnost a je zaměřen na vyloučení rizik, které by mohly ovlivnit obsluhu (dělníka u stroje) a ostatní v nejbližším okolí zdroje rizika. Technologický rozvoj programovatelných elektronických systémů umožňuje neustálé zlepšování jejich parametrů a nárůst schopností i komplexnost jejich bezpečnostních funkcí. Tím pádem by se výzkumné studie měly zaměřit na rozvoj nové generace chytrých senzorů pro kontrolu podmínek strojů, procesů ale i uspořádání, stejně tak jako na nová sensorová zařízení pro detekci lidské přítomnosti v rizikových podmínkách a na zlepšení jejich parametrů, funkcí i spolehlivosti. Na druhé straně je nezbytné se věnovat bezpečnosti starších strojů a zařízení, kdy řada podniků si z finančních důvodů nemůže dovolit zakoupení nové technologie.

V oblasti tohoto výzkumu by měly být vyvinuty nové typy senzorů, včetně strojních a výrobních systémů, stejně jako chytré sensorové technologie pro bezpečnostní systémy dopravy a strukturální zdravotní monitorování. Aplikace těchto senzorů by mohla vést ke snížení výdajů a zvýšení výkonu průmyslových zařízení i bezpečnostních systémů.

Aplikace pokročilých technologií pomůže vyvinout účinnější systémy pro odhalování nebezpečných situací v nastavení stroje, činnosti a údržbě. Výzkum by se měl soustředit na další vývoj a aplikaci bezpečnostních systémů založených na předvídavosti stroje, ultrazvukových a infračervených radiačních senzorech.

b) Softwarové nástroje pro odhalování nebezpečných situací v průmyslových systémech

Jedním z nejdůležitějších problémů, který souvisí s preventivní ochranou a snížením účinků havárie v reálném čase je určení nebezpečných situací vyskytujících se v průmyslových systémech, a následně mohly umožnit okamžitá nápravná opatření. To platí pro obě rizika způsobená průběhem instalace i výrobním zařízením. Nové informační technologie umožňují vyvinout efektivnější systémy pro odhalování a analýzu nebezpečných situací. To se týká pokročilých systémů pro sbírání a analýzu dat při zjištěných nebezpečných stavech a softwarových nástrojů v reálném čase, pro digitální analýzu dat charakteristik lidského těla a pozice ve vztahu k rizikům.

Pro efektivní aplikaci nových průmyslových senzorů (čidel), je nezbytné vyvinout pokročilé systémy pro sběr a analýzu dat pro odhalení nebezpečných situací. To by mělo poskytnout základy pro vytvoření nových inteligentních bezpečnostních systémů u automatických výrobních linek a členů, za podpory systémů vidění pro monitorování výrobního procesu a zároveň kontrolující bezpečnostní podmínky na pracovišti.

Neuronové síťové technologie jsou nejvhodnějšími kontrolními technologiemi. Výzkum v této oblasti bude směřovat k použití neuronových metod pro kontrolu bezpečnosti ve výrobních systémech. To by mělo vést ke zlepšení jejich výkonnosti a ke snížení ceny průmyslových bezpečnostních systémů.

c) Použití informačních technologií v systémech souvisejících s bezpečností

Využití počítačů a jiných programovatelných jednotek v průmyslu výrazně vzrostlo v nedávných letech ve spojení s dynamickým vývojem informačních technologií. Programovatelné systémy vykonávají čím dál více složitějších funkcí v ovládní výrobního procesu, obzvláště v případech zavádění do provozu, kde je zároveň největší riziko nehody. Trendem jsou také zabudované systémy, jež jsou stále více využívány v částech ovládní spojených s bezpečností. Bezpečnost je v mnoha případech přímo závislá na správném fungování programovatelné elektroniky.

C. Nové materiály, technologie a testovací metody pro osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)

Použití OOPP je nutné v mnoha situacích, v pracovních i životních podmínkách za předpokladu, že neexistuje jiná možnost jak se vyhnout rizikovým faktorům nebo je snížit na bezpečnou úroveň. Za předpokladu, že OOPP je v přímém kontaktu s organismem uživatele, musí být navrženo, testováno a hodnoceno takovým způsobem, aby zaručilo, že ochranné funkce budou zachovány po celou dobu jejich použití, uvažujeme-li vliv podmínek na pracovišti jako nepříznivé mikroklima nebo prostředí ohrožené výbuchem.

Různorodost rizik, rozdílnost v intenzitě rizika, nové nebo neznámé kombinace rizik spojené s novými technologiemi si vyžadují neustálé vylepšování a výzkum nových způsobů OOPP a také nové inteligentní materiály, které budou použity při jejich výrobě. Aby se pro jejich uživatele zajistila optimální úroveň ochrany a minimální úroveň nepohodlí, je nutné se ujistit, že nejnovější vědecké poznatky jsou implementovány do návrhů nových modelů OOPP, obzvláště tedy nanotechnologie, účinné a inteligentní systémy regulující ochranné a užitné parametry v závislosti na měnících se pracovních podmínkách stejně tak jako spotřebu energie uživatele.

Je tedy hlavním výzkumným cílem v této oblasti identifikace jevů spojených s použitím OOPP, stejně tak jako vývoj metod pro určení ochranné účinnosti, které budou odpovídat podmínkám použití OOPP, za předpokladu přijatelné úrovně pracovního zatížení. Další důležité téma, které musí být bráno v potaz, se týká nastavení OOPP struktury pro individuální potřeby uživatele. Tato otázka je životně důležitá v extrémních situacích jako záchranné operace či lékařské služby, ale také pro speciální zaměření, například pro osoby s postižením.

Vývoj relevantních testovacích metod a určení kritérií s jasným a jednoznačným spojením se situací na pracovišti je klíčem k úspěšné implementaci a použití OOPP.

a) Testovací metody a bezpečnostní požadavky na OOPP využití při nových a nestandardních rizicích

OOPP testy jsou prováděny v laboratorních podmínkách, kde je však možnost pro napodobení jejich fungování v pracovních podmínkách omezena. V převládající většině jsou testy prováděny na nových, prototypových výrobcích, takže určení časových limitů jejich bezpečnostního užití je nemožné. Z tohoto důvodu je nutné provádět výzkum napodobující skutečné užití OOPP a dále využít moderních modelových technik ve všech oblastech, kde je rozsah OOPP úzce spojen s parametry pracovního prostředí, jako koncentrace chemických látek, typ biologického činitele, mikroklima nebo intenzita pracovních úkolů vykonaných pracovníkem.

Nutnost provést výzkum nových určovacích metod OOPP je také spojena s inovací OOPP modelů, navržených pro nová rizika a pracovní podmínky, ve kterých je možnost vystavení několika typům rizik najednou např. plameny – teplota a voda, nebo během sváření: jiskry, teplota a UV radiace. Tyto modely OOPP vyžadují vývoj nových měřících technik a nastavení nových kritérií pro jejich určení.

b) Inovační materiály a jednotlivé systémy pro ochranu života a zdraví osob

Jednoduše navržené OOPP pro ochranu proti minimálním rizikům by měla být vyrobena z levných a na údržbu nenáročných materiálů. Na druhou stranu se tento přístup změní, pokud mluvíme o OOPP navržených pro pŠtírou ochranu života a zdraví. V tomto případě by výzkum měl být zaměřen na vývoj inovačních materiálů a designů, stejně tak jako aplikaci včleněných systémů navržených pro sledování rizik. Spolupráce mezi různými průmyslovými odvětvími by měla představovat základ pro inovaci výrobků.

Druhým, velmi důležitým předmětem výzkumu na poli OOPP technologie je vybavení OOPP detektory signalizující trvanlivost jejich bezpečného užití, stejně tak jako monitorování vybraných fyziologických parametrů během záchranných operací v obzvláště nebezpečných podmínkách (např. vysoká teplota, nedostatek kyslíku, neidentifikovatelné chemické a biologické substance.)

Tradiční materiály užívané v OOPP technologiích často nesplňují požadavky, které mají zajistit dostatečnou ochrannou bariéru v měnících se podmínkách pracovního prostředí. Na druhou stranu by kombinace materiálů ve formě různých kompozitních struktur mohla poskytnout dostatečné řešení. To zajistí mnohem lepší vlastnosti např. teplotní nebo odolnosti, stejně tak jako možnost účinné změny ochranných parametrů. Výzkumné studie na tomto poli by se měly obzvláště zaměřit na pomůcky pro ochranu zraku a vybavení pro ochranu dýchacích cest proti nano-aerosolům, páře a plynu, stejně tak jako vybavení pro ochranu kůže navržené pro dlouhotrvající práci za současného vystavení UV radiaci (důležitý problém hlavně díky nárůstu rakoviny kůže a nutnosti zintenzivnit stavební práce prováděné venku).

c) Ergonomické inovace pro OOPP a ostatní pracovní pomůcky využívané v práci a každodenních životních podmínkách

Nedostatečné přijetí OOPP modelů uživateli je společným problémem v rozdílných sférách i pracovních prostředích. Nutnost zajistit vysokou úroveň ochrany často představuje základní

kritérium OOPP designu – splnění ergonomických požadavků je omezeno na použití nedráždivých materiálů a zajištění příslušného systému nastavení. Tudiž je nutné rozšířit rozsah tohoto problému na takové oblasti jako: biomechanika, termální charakteristika, biologické a sensorické aspekty. Mělo by být zdůrazněno, že v současné době publikované a dostupné antropometrické údaje pocházejí ze statistických měření prováděných na neoblečených osobách, v klidové pozici těla. Tím pádem neberou v potaz tělesný pohyb, použití oblečení a ochranného vybavení, stejně tak jako pracovní úkoly a podmínky prostředí. Takže dynamická antropometrická měření by měla tvořit základ pro ergonomický design OOPP.

Použití OOPP má velký vliv také na vyrovnanost a teplotní pohodlí uživatele. To se zintenzivní s nárůstem teplotního stresu způsobeného těžkou fyzickou činností a neodpovídajícím mikroklimatu. Toto je obzvlášť důležité pokud se jedná o ochranný oděv pokrývající velkou plochu lidského těla.

Zvláštní pozornost je nutné věnovat také vybavení pracovišť, kde může docházet k negativnímu ovlivňování zdraví a pohody zaměstnanců. Klíčové jsou v tomto směru pracoviště s převažující prací vsedě, kde je vysoké riziko vzniku muskuloskeletálních onemocnění, jež se statisticky stále více podílejí na celkové nemocnosti a omezení pracovního výkonu. Dominantním prvkem zde figurují pracovní sedadla, pracovní stoly, ovládací prvky počítačů a řídicích pultů, které v současnosti příliš nerespektují ergonomické požadavky důležité pro komfort pracovníků.

Zavádění systému řízení bezpečnosti v mikropodnicích

Mikropodniky jsou subjekty, které se výrazně podílejí na tvorbě pracovních příležitostí a obecně jsou faktorem sociální stability a hospodářského rozvoje. Jejich rozvoj však může být omezen nedokonalostmi trhu. Často mají potíže při získávání kapitálu nebo úvěru, které jsou dané přetrvávající neochotou riskovat na straně některých finančních trhů a omezenými zárukami, jenž mohou mikropodniky nabídnout. Ohraničené zdroje mikropodniků mohou rovněž omezit jejich přístup k informacím, mimo jiné i k těm, které se týkají systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Dále jsou uvedeny některé ukazatele zdůrazňující podíl mikropodniků na celkovém národním hospodářství. Z celkového počtu 953 820 subjektů malých a středních nefinančních podniků zahrnutých v evidenci Českého statistického úřadu v roce 2006, je největší četnost těchto subjektů ve velikostní skupině s 1 až 9 zaměstnanci, to jsou mikropodniky, ve kterých je soustředěno 95,51% ze všech podnikajících subjektů. Dochází-li přesto v současné době ke vzniku velkých gigantů, podniků zaměstnávající několik tisíc zaměstnanců jako je TPCA v Kolíně nebo Hyundai v Nošovicích, vytváří tato situace na trhu podmínky pro vznik dalších mikropodniků, které budou vstupovat do trhu jako poddodavatelé nebo partneři takových velkých podniků. Zavádí-li pak velký podnik systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, klade pak obdobný nárok na zajištění bezpečnosti práce u mikropodniku jako svého dodavatele nebo partnera. Tento trend je již běžně aplikován v automobilovém průmyslu, kdy finální výrobce vozidel má několik stovek dodavatelů různých komponentů, od kterých požaduje zavedení systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, a to bez ohledu na jeho velikost.

Výkon státního dozoru nad oblastí bezpečnosti práce je směřován k zjišťování nedostatků u zaměstnavatele a neřeší koncepčně podporu vzniku systému bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

To vede management mikropodniků k tomu, že nechce řešit a ani v mnoha případech neřeší bezpečnost a ochranu zdraví při práci, jelikož takto jím věnované úsilí a finanční náklady nepovažuje za účelně vynaložené. Dokladem toho je např. systém evidence, šetření a povinnost hlášení vzniklých pracovních úrazů, které nutí mikropodniky k záměrnému zkreslování statistických ukazatelů zejména tím, že vzniklé úrazy neoznamují, nebo je úmyslně jinak definují, neboť účast státního odborného dozoru na šetření takového pracovního úrazu je směřována jen k odhalení nedostatků na straně zaměstnavatele, přičemž podíl viny zaměstnance se přehlíží a místo podpory mikropodniku k zavedení systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci směřuje k uložení postihu tomuto zaměstnavateli.

Cílem výzkumu v této oblasti by měl být návrh řešení systémových opatření týkající se mikropodniků se záměrem docílit zavedení systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a jeho dalšího udržování a zvyšování v následujících krocích:

- vypracování systému pro posouzení okamžitého stavu zajišťování BOZP u mikropodniku,
- návrh systému bezpečnosti a ochrany zdraví při práci vhodného pro mikropodnik s cílem co nejmenšího administrativního zatížení,
- návrh zainteresování státu na zavádění systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci u mikropodniků a jejich udržitelnosti.

Do popředí pozornosti se s ohledem na nový přístup zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dostává komplexní systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, založený na základních pravidlech při zavádění a aplikaci řízení bezpečnosti práce. Dosud známé a používané metody pro systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci jsou v podmínkách mikropodniku často nerealizovatelné vlastními silami, a to vzhledem k počtu zaměstnanců. Proto je nezastupitelná úloha dodavatelského způsobu při zavedení systému řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v mikropodnicích prostřednictvím odborníků, kteří jsou na základě zmapování konkrétní situace schopni zavést systém BOZP.

Prioritní cíle PS1 ze střednědobého hlediska:

- zavádění systému řízení bezpečnosti v mikropodnicích
- rizika nanotechnologií
- šíření aerosolu v mezní vrstvě atmosféry
- studium vlivu chronické expozice nízkým koncentracím těkavých organických látek VOC na lidské zdraví
- testování ochranných oděvů
- vývoj nových ergonomických pracovních pomůcek a vybavení
- možnosti počítačové simulace nebezpečí výbuchu
- zpracování stručných poučení z proběhlých havárií

3. PS2. Metody hodnocení a řízení rizik

3.1 *Současný stav řešené problematiky*

Z dostupných rešerší je zřejmé, že hodnocení rizika je věnováno velké úsilí. Existuje v této oblasti řada postupů a metod řešících více či méně úspěšně jednodušší i složitější úlohy fenoménu rizika. Chybí však ucelený pohled na tuto problematiku a „návod“ jak efektivně k tomuto fenoménu přistupovat.

Fenomén rizika a jeho řízení je komplexní úloha. Obecný model $R = P \times N$ je univerzální a vystihuje „život“, jeho roztřídění do jednotlivých úloh pro všechny aspekty lidských činností je mimo rozsah činnosti platformy (lékařství, právo, ekonomické instrumenty, politika,...). Práce na metodologii se tedy omezuje jen na problematiku hodnocení a řízení rizika v souvislosti s technickými aktivitami lidské společnosti. I přes redukci univerzální problematiky rizika na problematiku dílčí zůstává ke zkoumání velice komplexní úloha interdisciplinárního a mezioborového charakteru.

Analýza problému

Stávající postupy hodnocení rizika zpravidla postihují jen dílčí části problematiky. Je evidentní, že nelze vyvinout univerzální nástroj pro hodnocení rizika. Porovnávání jednotlivých postupů a software (počítačových modelů) je pak velmi obtížné, každý z nich zpravidla pokrývá zpravidla odlišnou množinu úloh. Při shodnosti množin úloh je porovnání celkem jednoduché – při zadání shodných vstupních parametrů úlohy a okrajových podmínek jen hodnotíme přesnost vyřešení problému a efektivitu řešení. Neshodnost množin úloh pak znesnadňuje porovnání, nebo jej přímo znemožňuje – klasický případ porovnávání jablek a hrušek.

Syntéza problému

K této situaci dochází z důvodu, že není respektováno systémové hledisko, tj. že není zřejmá metodologie fenoménu rizika. Pokud se na fenomén rizika podíváme z pohledu systémového, je zřejmé, že se skládá z konečné, ale velmi rozsáhlé množiny dílčích úloh. Pro názornost dalšího výkladu je třeba graficky zobrazit tento fenomén formou modelu rizika. Model rizika uvedený na obr. 2 reprezentuje obecný model řešení rizika¹ týkající se rizika z technických aktivit člověka. Je zřejmé, že pro každý požadavek týkající se řešení rizika konkrétní aktivity lze redukcí obecného modelu rizika vytvořit specifický model řešení rizika. Na obr. 3 je specifický model rizika pro únik plynu z potrubí. Podobně lze odvozovat specifické modely řešení rizika pro ostatní technické aktivity s různým stupněm požadavků na hodnocení rizika (doprava, staré zátěže z průmyslových aktivit aj.).

¹ Jedná se o první rozpracovaný návrh modelu rizika, který není ani dokonalý, ani konečný.

3.2 Cíle a priority výzkumu

Cílem je navrhnout takovou metodologii rizika, která umožní na základě obecného modelu hodnocení rizika jednoznačnou klasifikaci dílčích (specifických) modelů rizika a identifikaci jednotlivých úloh hodnocení rizika. Ke každému modelu je jednoznačná přiřaditelnost těchto úloh, tedy i metod a nástrojů k jejich řešení.

Základním přínosem tohoto přístupu je, že může přinést jasný a konzistentní návod, jak metodologicky správně přistupovat k řešení komplexní problematiky rizika. Tento přístup umožňuje specifikaci základních úloh hodnocení rizika a komparaci úrovně metodik a postupů řešení těchto úloh. Tyto lze vyhodnotit z hlediska použitelnosti v různých úlohách, vypracovat lepší (bude-li třeba) a pro úlohy dosud nepokryté vhodnými nástroji začít pracovat na způsobech a metodách řešení. Zpracovaná metodologie rizika je vhodná pro odhalení „slabých“ míst v řešení komplexní problematiky rizika a pro identifikaci potřeb na zaměření výzkumu a vývoje metod pro hodnocení rizika. Umožňuje i vyhodnotit oprávněnost a přínos řešení úkolů výzkumu a vývoje v oblasti hodnocení rizik.

problémy k řešení

- **Identifikace zdrojů rizika.** Prvním krokem hodnocení rizika je kvalitní identifikace zdrojů rizika. Cílem bude nalezení vhodných způsobů identifikace nebezpečí v různých podmínkách průmyslových podniků.
- **Model rizika obecný a specifický.** Zde prezentované modely jsou jen inspirujícím návrhem. Je třeba, aby byly předloženy alternativní návrhy modelů a jejich členění do základních úloh hodnocení rizika. Dále je třeba zpracovat typové specifické modely rizika, které by reprezentovaly určitou třídu úloh hodnocení a řízení rizika.
- **Volba postupů hodnocení rizika.** Pro každý specifický model rizika je nutná vhodná kombinace dílčích postupů a metod šitá na „míru“ specifickému modelu rizika. Je třeba hodnotit nakolik dílčí postup a metoda odpovídá dílčí úloze v modelu rizika. Zpravidla nelze použít univerzální sw, který by zaručoval ke každé dílčí úloze 100% přesné řešení.
- **Nejistota řešení.** Nejistota řešení každé dílčí úlohy rizika se odrazí v nejistotě řešení specifického modelu rizika. Specifický model je řetězec dílčích úloh rizika (převážně sériový, někdy zřejmě sérioparalelní) z nichž každá je zatížena nejistotou. Hledá se odpověď na otázku, jaká je celková nejistota řešení specifického modelu rizika.
- **Řízení rizika.** Otázka s jakou přesností (konfidencí) zjišťuji riziko. Je zde analogie s přesností v metrologii, když stanovujeme nejistotu měření fyzikální veličiny. Naše veličina však není jenom fyzikální. Má stochastickou povahu. Zde je třeba použít analogii

z kybernetiky a regulace, protože nakonec máme nějakou veličinu (riziko) stanovenou z více parametrů a k ní máme žádanou hodnotu (přijatelnou hodnotu rizika) a vyhodnocujeme regulační odchylku. Řízení rizika pak spočívá v provedení takových změn v soustavě, které veličinu dají do souladu s žádanou hodnotou. Je zde otázka citlivosti regulace na změny parametrů. Klíčovou oblastí je řízení rizika ekonomických ztrát v podnicích.

- **Způsob zpracování veličiny.** Jakým způsobem zpracovávám veličinu, když metody na řešení dílčích úloh jsou kvalitativní (slovní hodnocení, FMEA), semikvantitativní (indexové, H&V index, FMECA) a kvantitativní. Je zde otázka převodu veličiny a přípustnosti degradace informace (signálu). Záleží to na kvalitě informace. Tam, kde je informace řídká (nepřesná) pozbývá kvantitativní hodnocení smysl.

Prioritní cíle PS2 ze střednědobého hlediska:

- hranice přijatelného rizika
- jednoduché nástroje pro průmysl nebo samosprávu – harmonizace hodnocení rizik
- nástroje pro snižování rizik

4. PS3. Lidský a organizační faktor

4.1 *Současný stav řešené problematiky*

Materiál pro sekci vychází ze zkušeností českých odborníků na problematiku lidského činitele (LČ) a ze dvou zahraničních zdrojů. Jedná se o materiál Evropské technologické platformy bezpečnosti průmyslu a materiál OECD v rámci agendy „Lidský faktor v chemickém průmyslu“.

Materiál si klade za cíl otevřít otázku dalšího směřování problematiky „Lidského a organizačního faktoru“ ve střednědobém výhledu v kontextu potřeb průmyslu a bezpečnosti ČR, směřování EU v kontextu evropských přístupů a úkolů, a konečně z řešení přijímaných na daném úseku v OECD. Materiál je třeba chápat jako základ diskuse odborné veřejnosti, která se přihlásila do České technologické platformy bezpečnosti průmyslu, o potřebách, přístupech a postupech ČR.

Problematika lidského faktoru obecně zahrnuje vztah tohoto fenoménu k managementu a řízení rizikových technologií s tím, že existují obecně platné informace o hodnotících nástrojích určených pro analýzu a redukci lidských chyb ve všech typech a velikostech průmyslových podniků. Problematika LČ zasahuje do řady oblastí v podnikové sféře, jako jsou design strojů, pracovní podmínky a pracovní prostředí, řízení bezpečnosti, řízení a provoz strojů a technologických zařízení, skladování materiálů, doprava, výrobní činnosti a atd.

Materiál, který představuje strategický výhled, je koncipován spíše stručně a bodově, aby bylo přehledně vidět základní úroveň problematiky. Za každou položkou je třeba vidět rozsáhlý objem problémů, informací a dat, které mohou být strukturovány na další podřízené úrovni. Proto bude

materiál postupně rozvíjen a prohlubován, takže v určené časové etapě, je možno dosáhnout nejpodrobnějšího přehledu, včetně navržení postupů řešení jednotlivých položek.

4.2 Cíle a priority výzkumu

V souladu s posledním vývojem v oblasti lidského faktoru v EU a zemích OECD, vyjádřeným ve výše uvedených materiálech a také s ohledem na stav problematiky ČR, lze navrhnout následující strukturu prioritních, problémových a strategických okruhů, které by měly být řešeny ve střednědobém výhledu:

1. Hodnocení kultury bezpečnosti v podnicích
2. Lidský a organizační faktor v rámci systému řízení bezpečnosti
3. Integrované hodnocení a řízení rizika
4. Lidský faktor a zodpovědnost na různých úrovních
5. Lidský faktor v krizovém a havarijním managementu
6. Design zaměřený na člověka
7. Typy lidských chyb, jejich taxonomie a kvantifikace pravděpodobnosti jejich vzniku (HEP)
8. Definice a terminologie v oblasti lidského faktoru a kultury bezpečnosti
9. Interface člověk-stroj, člověk-počítač, člověk-bezpečnostní systém
10. Vlivy kombinovaného působení pracovního prostředí a pracovních podmínek na spolehlivost lidského faktoru

Uvedené problémové okruhy je třeba chápat jako priority řešení v rámci programů projektů výzkumu a vývoje.

1. Hodnocení kultury bezpečnosti v podnicích

V rámci této položky by měly být zjištěny, popsány a vytvořeny metodologie a nástroje k hodnocení a zlepšení kultury bezpečnosti v podnicích. V rámci kultury bezpečnosti by měly být vždy formulovány základní požadavky na tyto techniky a nástroje. V rámci řešení položky kultura bezpečnosti je třeba přinášet logická a jasná vysvětlení úlohy kultury bezpečnosti jako zásadního nástroje ke zlepšení celkové úrovně bezpečnosti. V tomto smyslu by měla být řešena velmi nesnadná otázka indikátorů a způsobů hodnocení kultury bezpečnosti podniků.

2. Lidský a organizační faktor v rámci systému řízení bezpečnosti

V rámci této položky je třeba řešit především:

- Způsob identifikace, hodnocení a posílení organizačních faktorů, které zvyšují celkovou bezpečnost v podniku
- Způsob zvyšování spolehlivé činnosti operátorů v souvislosti se změnami řídicích a pracovních postupů
- Postavení bezpečnostního managementu a jeho vztah k jiným řídicím systémům
- Způsoby reflexe vnějších změn a nových omezení a jejich promítnutí do řídicích a organizačních složek na podnikové úrovni

- Způsoby přijímání nebo přizpůsobení stávajících i nových metod a nástrojů.

3. Integrované hodnocení a řízení rizika

Tuto položku lze rozdělit na dvě položky. Jedná se o:

- 1) Integraci lidského faktoru do kvantitativních analýz rizika (QRA)
- 2) Kognitivní modely operátora

Ad 1) V QRA je lidská chyba obvykle jedním z rozhodujících faktorů rizika v souvislosti s iniciační událostí. Řada studií prokázala, že lidská chyba je skutečně největším přispěvatelem ke vzniku nežádoucích událostí. Chyba operátora jako rozhodující prvek pod pojmem lidský faktor je ovlivněna hlavně organizační faktorem a strukturou a designem. Tyto prvky jsou značně dynamické a ovlivnitelné technologickým pokrokem. Rozsah těchto změn mění úroveň nejistoty v pravděpodobnostních přístupech, které se používají v kvantitativních fázích analýzy. Proto je třeba v této souvislosti zajistit řešení velmi nesnadného úkolu, a sice více integrovat lidský a organizační faktor do QRA. Současné metody neposkytují dostatečné příklady a vzory k takové integraci lidského a organizačního faktoru. Metodologicky je třeba urychleně řešit chyby designu a organizačního faktoru, které ovlivňují výkon operátora.

Současné statické metodiky analýzy rizika se jeví jako značně nevhodné k modelování a posilování komplexního výrobního procesu. Rozvoj dynamických metodik umožní bezpečnostním analytikům provádět realistické predikce budoucích scénářů, kdy bude technologie analyzována společně s aspekty lidského a organizačního faktoru.

Ad 2) Lidská chyba je stále významnou příčinou nežádoucí události. Chyba vznikne, když selže operátor při výkonu správné akce nebo kontroly. K tomu mohou přispívat limity operátorových kognitivních schopností. Činnost operátora v určitém okamžiku nebo situaci závisí na mentální představě, která je formována okamžitou situací. Zvýšení automatizace a komplexního charakteru zařízení transformovalo úlohu operátora směrem k monitorování výrobního procesu. To ovšem zvýšilo také význam kognitivních schopností operátora.

4. Lidský faktor a zodpovědnost na různých úrovních.

V souladu s principy vzdělávání a tréninku v rámci problematiky jaderné bezpečnosti byly identifikovány 4 kategorie kompetencí:

- a) Management s ohledem na legislativní požadavky, které jsou vyjádřeny:
 - Autorizačními procesy
 - Revizemi a audity
 - Inspekcemi a státními kontrolami
 - Rozvojem regulačních nástrojů a návodů
 - Efektivitou regulačních nástrojů

b) Hodnocení bezpečnosti:

- Metodami analýz havárií a nehod
- Pravděpodobnostním hodnocením rizik
- Managementem havárií a nehod
- Bezpečnostním hodnocením změn

c) Provozní bezpečnost, která je strukturována na:

- Kulturu bezpečnosti a management bezpečnosti
- Regulační operátorský interface
- Provozní zkušenosti a zpětnou vazbu
- Provozní praxi.

d) Bezpečnost rizikových zařízení, která je strukturována na:

- Bezpečnostní dokumentaci a legislativní požadavky
- Bezpečnostní audity
- Bezpečnost provozu
- Bezpečnost v souvislosti se stářím zařízení
- Bezpečnost odstávkovou.

5. Lidský faktor u managementu varování

Tato položka by měla řešit především:

- Úlohu lidského faktoru v designu nových systémů varování.
- Způsoby hodnocení a zlepšení existujících varovných systémů.
- Doporučení k podpoře bezpečné činnosti operátorů.
- Design bezpečnostní dokumentace.

6. Design zaměřený na člověka

V rámci této položky je třeba řešit především:

- Rozvíjení metod při práci s existujícími daty a technikami implementace a přístupů k designu zaměřených na člověka a organizační aspekty (normy, předpoklady bezpečnostních autorit, data z praxe jako zpětnou vazbu, metody sledování podnikových aktivit nebo simulovaných běžných nebo havarijních pracovních situací)
- Přizpůsobení jednoduše použitelných testových metod pro design, počínaje problematikou obrazovek a pracovních nástrojů a konče rozsáhlými úkoly v pracovním prostředí jako jsou prostředí operátoroven. Testovací metody mohou představovat prototypy, desktopové simulace a aplikace virtuální reality až po rozsáhlé simulace. Aby byl využit potenciál na člověka a organizaci zaměřeného designu, je důležité vytvořit predikce na základě ověřených modelů nebo aktuálních testů vhodnosti a využitelnosti.

7. Typy lidských chyb, jejich taxonomie kvantifikace a pravděpodobnosti jejich vzniku (HEP)

Měly by být diferencovány různé druhy lidských chyb, které mohou vzniknout za různých okolností v rámci řízení a obsluhy zařízení s rizikovým potenciálem různého charakteru. Vhodnými vodítky mohou být již existující taxonomie lidských chyb, které však nejsou vzájemně propojeny. Pouze jejich vhodná syntéza umožní obsáhnout skutečně komplexního pohledu na lidskou chybu a integraci hodnocení pravděpodobnosti jejich vzniku do celkového posouzení rizik daného objektu nebo zařízení.

Mělo by být objasněno, jak se používají stávající nástroje k vyšetřování podílu člověka na vzniku havárií, nehod a skoronehod, včetně možného zlepšení těchto nástrojů.

Měla by být vypracována doporučení ke zlepšení vyšetřovacích technik a databází událostí za účelem informačního zajištění detailních informací o různých typech lidských chyb a bariér, které je možné rozpoznat při vzniku nežádoucí události nebo v rámci bezpečnostního systému, který má tyto bariéry zajišťovat.

8. Definice a terminologie v oblasti lidského faktoru a kultury bezpečnosti

V této položce by se měla řešit problematika dosud nejednotné terminologie a definic k různým aspektům lidského faktoru. Těmito aspekty jsou „lidská chyba“, „selhání člověka“, „spolehlivost, resp. nespolehlivost člověka“, „lidské chování“, „lidský výkon“, „příspěvek člověka“ atd. Dále se k této oblasti vztahuje celá řada dalších pojmů často používaných v analýze a hodnocení rizik, které však mohou být mnohdy chápány odlišně. Vytvoření terminologického slovníku k problematice lidského faktoru a kultury bezpečnosti je tak nanejvýš aktuální potřebou.

9. Interface člověk-stroj, člověk-počítač, člověk-bezpečnostní systém

Tato položka by měla řešit především:

- Identifikaci mimořádných situací a úkolů operátora, včetně hodnocení designu automatických bezpečnostních systémů
- Zvažování úlohy, možností a dovedností člověka v automatických bezpečnostních systémech
- Doporučení k interface mezi bezpečnostním systémem a operátorem.

10. Vlivy kombinovaného působení pracovního prostředí a pracovních podmínek na spolehlivost lidského faktoru

Současný stav globálního přechodu k informační společnosti a ekonomice znalostí představuje zásadní mezník i pro oblast pracovních systémů. V těchto systémech dochází ke změnám, které zásadně působí na člověka a ovlivňují dosavadní přístupy a zvyklosti. Je nutno přinést nové pohledy a zkoumat nové mechanismy, které by měly být základem dosažení nové kvality v optimalizaci systémů člověk-technologie-prostředí. Optimální vztahy v uvedeném systému postupně zaručí

nejvyšší možnou úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, včetně ochrany okolí nejrizikovějších pracovních systémů. Člověk jako nejvýznamnější činitel pracovních systémů představuje rozhodující prvek, který ovlivní dosažení uvedených cílů. Proto je nutné vedle zkoumání klasických faktorů pracovních podmínek brát v úvahu nové jevy vzešlé ze společenského vývoje současnosti, tj. např. stárnutí obyvatelstva, nové formy zaměstnání a nová rizika spojená s prací, psycho-sociální rizika atd. Tato rizika neohrožují většinou pouze pracovníky uvnitř pracovního systému, ale v případě, že nejsou řešena, tak také vnější okolí systému.

Tato položka by měla řešit především:

- Identifikaci kombinovaných faktorů pracovního prostředí a jejich měření.
- Hodnocení spolehlivosti lidského činitele pod vlivem nových podmínek a forem práce a pracovních systémů.

Prioritní cíle PS3 ze střednědobého hlediska:

- výběr klíčových pozic pro hodnocení spolehlivosti lidského faktoru ve velkých podnicích
- příčiny lidských selhání
- snižování pracovních úrazů a závažných havárií způsobených lidskou chybou včetně agenturních pracovníků (externí zaměstnanci) a OSVČ
- profil pracovníka – dotazníky (hodnocení kultury bezpečnosti)
- lidský činitel v údržbě (včetně outsourcingu)

5. PS4. Vzdělávání a trénink

5.1 *Současný stav řešené problematiky*

Základem činnosti na úseku vzdělávání a odborné přípravy by měly být vzdělávací aktivity a výchova manažerů všech úrovní a pracovníků v problematice, principech a metodikách týkajících se průmyslové analýzy rizik, prevence a zmírnění rizik, souboru metodických postupů k minimalizaci rizika stejně jako BOZP.

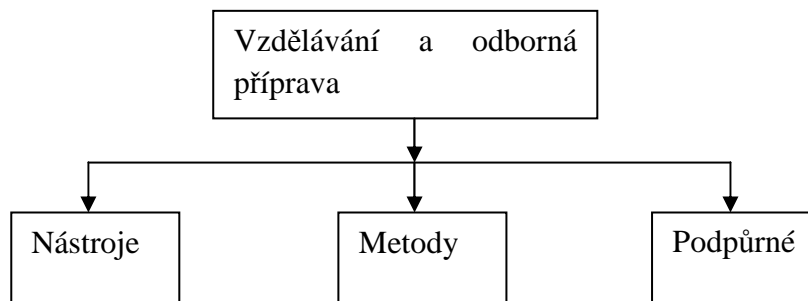
Odborná příprava a vzdělávání má hlavní roli a zásadní dopad na:

- znalosti průmyslové bezpečnosti a bezpečnostní kulturu,
- vytvoření a zvýšení schopnosti poznávání, ohodnocování a zvládání rizik,
- udržování a zvyšování osobního uvědomění a odborné způsobilosti v bezpečnostní problematice,
- spolupráci vedoucí ke zlepšení bezpečnosti,
- zavádění a rozšíření výsledků bezpečnostního výzkumu.

Podle závěru a doporučení zprávy OECD „Workshop na téma výměny zkušeností z odborné přípravy inženýrů v bezpečnostním managementu“ (16. března 2004), by vzdělávací a výchovné programy pro příslušné kategorie osob měly poskytnout adekvátní znalosti odhadu a managementu rizik, protože jejich činnost může mít dopad na lidské zdraví, životní prostředí nebo majetek.

5.2 Cíle a priority výzkumu

Vzdělávání a výchova je klíčem k dosažení vysoké úrovně bezpečnostního vědomí. V návaznosti na ETPIS je organizace aktivit v oblasti vzdělávání a výchovy členěna dle obr.4.



Obr. 4: Organizace aktivit v oblasti vzdělávání a výchovy

5.2.1 Nástroje pro vzdělávání a odbornou přípravu

Použití nástrojů ve výcviku je zapotřebí k tomu, aby se vybuodovala bezpečnostní kultura ve všech úrovních průmyslových činnostech, správné postupy a opatření pro snižování nehod, zranění, ztrát a škod. V kontextu tohoto dokumentu jsou „nástroje“ systémy, které modelují a reprodukují realitu nebo ji pomáhají porozumět. Umožní uživatelům, aby prohlédli, zažili a analyzovali důsledky možných nebezpečných jednání nebo fyzických selhání, budou uživatelsky jako průvodce pro rozhodování vedoucí k tomu, aby se minimalizovaly potenciální nebezpečné účinky, případně se jim zabránilo.

Vedle klasických a moderních metod bezpečnostní analýzy mohou být pro oblast vzdělání a výchovy v průmyslové bezpečnosti velmi prospěšné dvě hlavní oblasti technologického vývoje nástrojů, a to softwarová simulace a umělá inteligence, které nabízejí možnost výrazně zefektivnit proces učení, udělat jej sladěný, uživatelsky přívětivý, efektivnější a stabilní, navíc se jedná o efektivní potenciál pro samovzdělávání.

Pro tuto oblast byly identifikovány 2 primární cíle:

- přizpůsobení a další vývoj existujícího simulačního software, který byl prvotně vyvinut pro podporování plánování, kontroly nebo managementu výrobních postupů, pro jejich aplikaci v „tréninku a vzdělávání“ k pokrytí identifikovaných potřeb,
- příprava návrhů vytvořených jinými pracovními skupinami.

5.2.2 Metody pro vzdělávání a odbornou přípravu

V této souvislosti jsou „metody“ identifikovány jako metody pro udržení a stimulování pozornosti uživatele, stupňování jeho aktivit shodně s předdeklarovanými cíli. Jedná se o metody pro zlepšení znalostí a připravenosti cílových skupin.

Tyto metody jsou z oblasti psychologie, didaktiky a pedagogiky, jsou doplněny o e-learningové učební metody, měly by mít pozitivní dopad na zvýšení bezpečnosti práce.

Primárním cílem v této oblasti je vytvoření modulárního systému pro vzdělání a výchovu, vytvoření sdílenýchází dat materiálů pro trénink a vzdělání v průmyslovém prostředí, internetových kurzů apod. pro zefektivnění školení v oblasti bezpečnosti.

Pro tento systém vzdělávání se nabízí využití tzv. EQF systému (European Qualification Framework), na jehož základě jsou definovány jednotlivé funkce, následně pracovní činnost a pracovní úkol a tento je zařazen do dané kategorie v osmiúrovňové stupnici z pohledu 6 základních kritérií, které slouží pro porovnávání obdobných úkolů v rámci EU:

- znalosti
- dovednosti
- osobnostní a profesionální způsobilost:
 - autonomie a zodpovědnost
 - schopnost vzdělávání
 - komunikační a sociální způsobilost
 - profesionální a odborná kvalifikace

Na základě těchto kritérií je možno připravovat programy různých typů vzdělávání (základní, opakovací, pro postup do vyšší funkce, resp. celoživotní), který vycházejí ze stejných kritérií v rámci EU s cílem volného pohybu pracovních sil s definovanou a uznávanou kvalifikací. Výzkum by měl posoudit vazbu tohoto evropského systému na národní úroveň.

5.2.3 Podpůrné aktivity

V některých oblastech průmyslu, např. v chemickém průmyslu, panuje velké znepokojení nad společenským vnímáním rizik. Vysvětlení pojmu rizika a poskytnutí informací veřejnosti o průmyslových rizicích správným způsobem je jedním z nejobtížnějších problémů v managementu rizik.

Primárním cílem v této oblasti jsou na veřejnost orientované programy sloužící k seznámení s konkrétními průmyslovými riziky v daných lokalitách, včetně seznámení veřejnosti s připravovanými opatřeními a ochranou obyvatelstva.

5.2.4 Další cíle výzkumu v oblasti vzdělávání a tréninku

V souvislosti s tématem lidského činitele je nutné zvyšovat připravenost cílových skupin jakožto lidského činitele z hlediska psychologie osobnosti, tj. vzdělávání a především trénink jako možné prevence zvládnání stresu, stereotypů, moderních metod řízení lidského potenciálu apod. Souvislost se nabízí i s vizemi pro skupiny PS1 a PS2, kdy vzdělávání tohoto druhu (diferencovaně manažeři i ostatní pracovníci), by mohlo pomáhat čelit rizikům, zejména pak psychickým a sociálním.

Dalším směrem by byly poradenské služby o rizicích (bezplatné) pro veřejnost nebo celý systém poradenství. Jak uvažované programy, tak poradenství by představovaly kroky směřující ke zlepšení stavu vnímání průmyslových rizik veřejností a k podpoře změn chování jednotlivců.

System by bylo možné propojit nebo navázat na existující systémy nebo dílčí počiny a s pomocí vhodných nástrojů je rozšířit a zlepšit.

Střednědobého hlediska by pozornost měla být věnována na:

- vytvoření dílčího systému dalšího vzdělávání dotčených cílových skupin, event. i kariérového systému v rámci celoživotního učení v této oblasti bezpečnosti průmyslu. Vedle nastavení posloupnosti vzdělávacích aktivit a jejich přiřazení konkrétním cílovým skupinám dle jejich potřeb by bylo vhodné zabývat se také kvalitou vzdělávání, tj. otázkami obsahu a rozsahu vzdělávacích programů (kurzů), kvality lektorů a trenérů apod., ale případně i otázkou potřeby certifikace znalostí a dovedností (certifikace osob). Dále iniciování vzniku systému akreditovaného vzdělávání pro oblast bezpečnosti průmyslu, která by mohla tvořit součást celého (zatím ovšem neexistujícího) systému dalšího vzdělávání v BOZP. Systém akreditovaného vzdělávání by umožnil navrhování akreditovaných vzdělávacích programů jako "stabilních" a resortem průmyslu nebo práce a sociálních věcí přijatých vzdělávacích standardů pro různé skupiny vzdělávaných.
- vybudování dálkového přístupu k informacím a znalostem o rizicích v průmyslu pro relevantní cílové skupiny s možností diferenciací obsahu dle povahy informací a potřeb cílových skupin:

1. Vytvoření systému vzdělávání pro podnikovou sféru - velké podniky, střední podniky, malé podniky v BOZP, IOŽP, PP a PO (včetně využití výsledků výzkumu platformy). Půjde o obsah, formy, cílové skupiny, efektivitu, aktualizaci, instituce, předpoklady pro fungování systému, přenos nových poznatků výzkumu apod.

2. Vytváření moderních vzdělávacích programů pro kompetence cílových skupin (od žáků středních škol až po vrcholové manažery podniků)

3. Vytváření sítě sociálních partnerů pro vzdělávání v BOZP.

4. Vytváření sborníku metod ve vzdělávání pro jednotlivé cílové skupiny, případové studie, modelování, atd.

5. Vypracovat soubory názorných pomůcek pro výcvik žáků středních škol pro vzdělávání BOZP.

6. Vytvoření sborníku " Nejlepších praktik" v BOZP, které budou využívány ve vzdělávání cílových skupin, na konferencích apod.

Prioritní cíle PS4 ze střednědobého hlediska:

- identifikace dovedností pro různé úrovně profesí
- definování kompetencí
- restrukturalizace vzdělávání
- integrální pohled na riziko- vnímání a přijímání rizika

6. PS5. Bezpečnost v dopravě

V návaznosti na Dopravní politiku České republiky pro léta 2005 - 2013 byla Bezpečnostní radou státu schválena Strategie krizového řízení v dopravě do roku 2013, která vytyčuje hlavní koncepční záměry a cíle Ministerstva dopravy v oblasti krizového řízení, zajištění obrany státu a mezinárodní spolupráce pro období let 2005 - 2013. Strategie stanoví, že jedním z cílů Dopravní politiky České republiky je zajištění náležité ochrany dopravní infrastruktury tak, aby objekty a zařízení, dopravní prostředky a informační systémy, které jsou životně důležité pro fungování základních funkcí dopravy, neselhaly za očekávaných scénářů, rizik a hrozeb. Opatření sloužící k ochraně dopravní infrastruktury je třeba zaměřit na snížení možnosti selhání základních funkcí dopravy a na omezení důsledků těchto selhání, pokud k nim dojde. Strategie stanoví, že ochrana dopravní infrastruktury z pohledu její zranitelnosti je určující pro schopnost provozovatele dopravy poskytovat nezbytné dopravní služby státu a územním celkům.

S výhledem do roku 2013 byl v roce 2005 zpracován základní strategický dokument v sektoru dopravy Dopravní politika České republiky, který určuje směr jeho vývoje ve střednědobém horizontu. Je koncipována v kontextu mezinárodních závazků, které Česká republika přijala či hodlá přijmout v souvislosti se svým členstvím v OSN, OECD a Evropské unii, avšak s respektem ke specifickým podmínkám a potřebám České republiky. Základními tématy jsou omezení vlivů dopravy na životní prostředí a veřejné zdraví, zvýšení bezpečnosti dopravy, práva a povinnosti uživatelů dopravních služeb, zaměření výzkumu na bezpečnou, provozně spolehlivou a environmentálně šetrnou dopravu. V návaznosti na Dopravní politiku České republiky pro léta 2005 - 2013 byla Bezpečnostní radou státu schválena Strategie krizového řízení v dopravě do roku 2013, která vytyčuje hlavní koncepční záměry a cíle Ministerstva dopravy v oblasti krizového řízení, zajištění obrany státu a mezinárodní spolupráce pro období let 2005 - 2013.

6.1 *Současný stav řešené problematiky*

Problematika bezpečnosti se v současné době nejvíce zaměřuje na průmyslovou sféru.. Průmysl a doprava jsou však vzájemně vysoce provázanými odvětvími národního hospodářství. Jejich provázanost spočívá zejména v závislosti průmyslu na zásobování zdroji pro produkci výrobků a jejich následné distribuci prostřednictvím dopravy. Naopak doprava je závislá na produkci dopravních prostředků i vlastního předmětu dopravy, tzn. materiálů a výrobků. Kromě naplňování smyslu jejich existence mají obě odvětví další stejnou vlastnost, a to provádět i nezamýšlené činnosti, které mohou působit obecně nežádoucím způsobem na svoje okolí. Na prvním místě je to především produkce odpadů. Jedná se o exhalace vznikající z procesů, které jsou zdrojem energie nutné pro jejich fungování, vedlejší produkty, vlastní objekty po skončení funkčnosti nebo životnosti apod. Působí prakticky trvale a mohou být zdrojem zejména chronických rizik. Dalším zdrojem nežádoucího působení jsou poruchy v jejich funkci, které mohou podle rozsahu svého působení na okolní prostředí nabyt i charakteru havárie. Ty jsou zdrojem rizik akutních, které však při ignoraci jejich likvidace mohou přejít v chronická rizika. Z tohoto důvodu je možné jednotlivé druhy dopravy považovat za specifické technologické procesy, uskutečňované v „pracovním“ prostředí veřejně přístupném nejen subjektům, které se na tomto procesu přímo podílejí, ale prakticky všem občanům. Tímto prostředím jsou jak dopravní prostředky, tak dopravní cesty. Z toho vyplývá nutnost zajistit ochranu zdraví a bezpečnosti při práci jak pro osoby realizující tyto procesy (personál dopravních prostředků, dispečink atd.), tak pro osoby přepravované. Navíc existuje velká skupina osob využívající individuální automobilovou dopravu, jejichž bezpečnost a

ochrana zdraví při účasti v provozu na veřejných komunikacích je regulována v mnohem menší míře, než u profesionálních řidičů. Zřejmě největší částí populace, vyžadující zajištění bezpečnosti prostředí, ve kterém se realizují procesy dopravních činností, jsou obyvatelé žijící v bezprostředním okolí tohoto prostředí. Zvláštnost požadavků na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví v dopravě spočívá v tom, že narozdíl od pracovního prostředí v průmyslu, do něhož lze určitým způsobem omezit a kontrolovat přístup osob i kontrolovat a regulovat výstupy odpadů z něho, v dopravě jsou tyto možnosti velmi omezené. Z výše uvedeného vyplývá, že je nutné uvažovat bezpečnost v celém širokém kontextu (pojem security), ne se pouze omezovat na vyjadřování bezpečnosti ve smyslu dopravních nehod. Bezpečnost je zde tedy chápána především jako „ochrana“ před zdravotními a environmentálními riziky dopravy a nikoliv jen z pohledu dopravní nehodovosti.

V současné době existuje přibližně 10 milionů popsanych chemických sloučenin a ročně jich přibývá až několik stovek. Tyto látky je potřeba za účelem výroby, skladování, či vlastního použití přepravovat. Pro přepravu lze použít všechny druhy dopravy. V podmínkách střední Evropy se pro přepravu chemických látek nejvíce používají prostředky silniční dopravy. Přepravované látky často vykazují nebezpečné vlastnosti jako je hořlavost, výbušnost, toxicita, karcinogenita, nebezpečnost pro životní prostředí aj. Silniční přeprava nebezpečných látek, resp. nebezpečných věcí, se řídí Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). ADR stanoví nebezpečné věci, jejichž přeprava je zakázána, podmínky pro přepravu nebezpečných věcí s ohledem na jejich balení a označování, požadavky na osádky vozidel, jejich výbavu, provoz a průvodní doklady, požadavky na konstrukci a schvalování vozidel. Přestože je bezpečnost silniční přepravy nebezpečných věcí ve smyslu ADR zpravidla všestranně zabezpečená, existuje řada faktorů (lidský faktor, selhání techniky apod.) ovlivňujících bezpečnost přepravy a jejich působení může vyústit ve vznik dopravní nehody. Při dopravních nehodách vozidel přepravujících nebezpečné věci často dochází k únikům nebezpečných látek a k jejich následnému požáru popř. výbuchu. Ohroženy jsou životy a zdraví lidí, životní prostředí i majetek. Do životních prostředí se dostává řada nebezpečných látek, které způsobují kontaminaci jeho složek. Největším nebezpečím pro životní prostředí jsou nehody, při kterých se do prostředí dostávají v nekontrolovatelném a neúměrně velkém množství látky ropného původu. Pouhý jeden litr benzínu (nafty) znehodnotí až 10 milionů litrů vody. Přeprava nebezpečných látek proto bezesporu patří mezi činnosti se zvýšenou mírou rizika. Nebezpečí navíc zvyšuje ta skutečnost, že není možné dopředu stanovit čas a místo vzniku nehody vozidel, která přepravují nebezpečné látky, včetně množství, které unikne do životního prostředí.

Přeprava nebezpečných látek denně představuje velké riziko pro životní prostředí. Při množství přepravovaného nákladu, zatížení dopravních cest a možnosti vzniku mimořádných událostí, nemůžeme havárie v přepravě přesně předvídat. Můžeme však vytvořit takové podmínky, kterými snížíme dopady těchto havárií, a to od stanovení a dodržování zákonů, předpisů, vyhlášek, dodržování technických norem zajišťujících bezpečnost zařízení, přes identifikaci možných událostí, jejich analyzování, hodnocení a navrhování zlepšení, až po samotný nácvik zvládnutí vzniku a průběhu havarijní situace.

Pro stacionární zdroje rizik je v České republice systém prevence závažných havárií stanoven v zákoně č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž jsou umístěny vybrané nebezpečné chemické látky. Cílem je snížit pravděpodobnost vzniku závažných havárií a omezit případné následky závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních a v jejich okolí.

Pro mobilní zdroje rizika však v České republice podobná legislativa, která by řešila jejich hodnocení, neexistuje. Následky možných havárií vzniklých při přepravě nebezpečných látek jsou řešeny zpravidla pouze pomocí jednoduchých matematických modelů, jako jsou např. ALOHA, TerEx, Rozex Alarm, které však často podávají jen orientační výsledky, jelikož ve svých výpočtech nezohledňují možné členitosti a překážky v terénu, změny směru a rychlosti větru, nepočítají s možnými vedlejšími reakcemi uniklé látky, neposuzují její chování ve směsi se vzduchem apod. Z tohoto důvodu je potřeba zabývat se touto problematikou a vytvořit způsob, jak zajistit bezpečnost přepravy nebezpečných látek, která představuje vysoké nebezpečí především v hustě zalidněných oblastech městských aglomerací, kdy únik toxických látek do ovzduší v důsledku havárií může ohrozit zdraví či životy velkého počtu obyvatel.

Problematika nebezpečných látek a odpadů vznikajících v dopravě je velmi aktuální téma, především z důvodů nárůstu počtu registrovaných vozidel v ČR a průměrného stáří těchto vozidel, které se pohybuje kolem 13 let. Opatření ke snížení emisí je závislé na dopravní intenzitě a složení dopravního proudu. Skladba osobních automobilů se postupně mění ve prospěch novějších vozidel s účinnými katalyzátory, splňujícími emisní předpisy, což by mohlo přispět ke zlepšení situace v produkci emisí. Naproti tomu ale působí růst dopravních intenzit, který tento trend zpomaluje, a pokud se nezmění dělba přepravní práce mezi individuální a veřejnou dopravou, lze předpokládat další nárůst emisí. V oblasti nakládání s odpady je velmi důležitá prevence a minimalizace odpadů, jež bude směřovat ke zlepšování ochrany životního prostředí. To souvisí s konstrukcí vozidel, které nebudou obsahovat nebezpečné materiály a budou uzpůsobeny k snadné demontáži a třídění.

Je tedy zřejmé, že jak v případě průmyslu, tak v dopravě je nutné identifikovat a hodnotit zdroje rizik, kvalitativně i kvantitativně analyzovat míru pravděpodobnosti jejich vzniku, nalézat, aplikovat a hodnotit prostředky prevence a ochrany, navrhopvat a realizovat prostředky eliminace případných následků. Kromě ohrožení akutním účinkem je nutné zvládnout i problematiku rizik s chronickými účinky a rizika vyvolaná úmyslnými činy.

6.2 Cíle a priority výzkumu

Z dlouhodobého hlediska je nutné zabývat se následujícími oblastmi činností:

Bezpečnost systému přepravy materiálů a nebezpečných věcí

Zdroje rizik – závažné havárie: přeprava nebezpečných věcí (ADR, RID), hrozby teroristických útoků na produktovody

Indikátory nebezpečnosti uniklých látek: R-věty (H-výroky; GHS), S-věty (P-výroky; GHS), index toxické nebezpečnosti látky, zranitelnost prostředí

Metody detekce: metodika stanovení závažnosti havárií (H&V index, aj.),

Synergické jevy: spolupůsobení kontaminace, výbuchu, požáru, spolupůsobení klimatických podmínek (smog, inverze)

Mitigační opatření: zkvalitňování metod školení oprávněných osob se zásadami ADR a RID, i kontroly jejich dodržování.

Adaptační opatření: vyvíjení systému výstavby a údržby havarijních nádrží na nejzranitelnějších úsecích dopravních cest, výzkum varovných systémů.

Bezpečnost dopravní infrastruktury

Zdroje rizik pro dopravní infrastrukturu: hromadné havárie, záplavy, povodně, větrné kalamity, snůh, námraza, sesuvy, teroristické útoky,

Indikátory nebezpečnosti uniklých látek: lokalizace havárií a počet havarovaných dopravních prostředků, stanovení průtoků vody v hlásných profilech, měření klimatických podmínek, měření stability rizikových svahů,

Metody detekce: ITS, hlásná a předpovědní povodňová služba, monitoring počasí a meteorologických prvků, monitoring zatížení půd cizorodými látkami,

Synergické jevy: spolupůsobení kontaminace, výbuchu, požáru, závažné havárie s únikem nebezpečných látek, kombinace přírodních kalamit s výbuchy, požáry, kontaminace rozsáhlých území,

Mitigační opatření: zkvalitňování dopravní infrastruktury její obnovou, rozšiřováním a údržbou, budování protipovodňových opatření, výzkum varovných systémů,

Adaptační opatření: výzkum uplatňování inteligentních dopravních systémů spojených se stanovením optimálních objízdných tras.

Dalšími podpůrnými tématy mohou být:

- Bezpečnost dopravního provozu
(*bezpečnost účastníků provozu, integrovaná telekomunikace a informatika*)
- Bezpečnost dopravy z pohledu chronických rizik
(*akustické, spalovací, nespalovací emise, vibrace, fragmentace, eliminační opatření*)
- Bezpečnost alternativních paliv (vodíkových technologií)

Vedle klimatických změn je energetická bezpečnost jedním z nejzávažnějších problémů světa. Zásoby fosilních paliv nejsou nevyčerpatelné. Vodík patří spolu s biopalivy a elektřinou k nejslibnějším palivům, která by v budoucnosti měla v oblasti dopravy nahradit ropu a snížit znečištění ovzduší a emisí oxidu uhlíku způsobených spalováním fosilních paliv.

Vzhledem k tomu, že nejnovější výzkumy v EU a ve světě se soustřeďují především na využití vodíku v dopravě jako paliva, je bezpečnost a ochrana zdraví prioritně řešena v této oblasti. Mezinárodní standard ISO/TC 197 „Vodíkové technologie“ řeší standardizaci v oblasti systémů a zařízení pro výrobu, skladování, dopravu, měření a použití vodíku. Primárním cílem tohoto standardu jsou požadavky na bezpečnost vodíkových technologií a využití vodíku jako paliva. Standard ISO/TC 197 definuje rizika spojená zejména s výrobou, skladováním a transportem

vodíku. Cílem standardu je přiblížit přijatelnost vodíkových technologií jako paliva budoucnosti a to jak k tvorbě regulativů, tak ke vzdělávání široké veřejnosti.

Jedinečné vlastnosti vodíku, které ho činí vhodným jako nosiče energie nebo palivo, vyžadují vhodná technická a provozní opatření k zamezení vzniku mimořádných událostí. Kombinace vlastností vodíku a jeho chování vymezuje potencionální nebezpečí, kterým čelí obsluhy. Základní rizika související s vodíkovými systémy lze kategorizovat takto:

1. riziko hoření, vznícení, exploze
2. riziko překročení tlaku
3. riziko spojené s nízkou teplotou
4. vodíková křehkost
5. působení vodíku na lidský organizmus při přímém kontaktu nebo při expozici

Tato rizika by měla být vzata v úvahu vždy při vyhodnocování rizik spojených s vodíkovými systémy. Identifikace a evaluace rizik je základním předpokladem zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci při výrobě, skladování, transportu a spotřebě vodíku. Znalost vlastností vodíku a bezpečnostních opatření je základním kritériem pro bezpečnost vodíkových technologií a jeho využití pro komerční účely.

Vzhledem k vlastnostem a chování vodíku jsou bezpečnostní opatření navržena zejména v oblasti technického řešení. Nejspolehlivějším řešením je omezit činnost operátorů na minimum a plně automatizovat provoz vodíkových systémů. Automatizovaný provoz zahrnuje i dálkový monitoring kritických informací, dálkové ovládání, automatické omezování provozních podmínek (např. tlaku nebo rychlosti toku), zapnutí automatického zabezpečovacího zařízení při detekci vodíku (uzavření ventilu, uzavření nebo otevření ventilace apod.).

Vodíkové systémy musí mít varovná a výstražná zařízení, která jsou nezbytná pro varování operátorů v případě jakékoliv abnormálních podmínek, špatné funkce nebo selhání.

Vodík jako alternativa k fosilním zdrojům paliva je velmi perspektivní. Jeho komerčním využitím v dopravě nebude zatíženo životní prostředí. Jeho výroba, skladování a doprava vzhledem k jeho vlastnostem si vyžadují specifické požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví, zejména v oblasti technické bezpečnosti tj. výběru materiálu a zabezpečovacích prvků.

Prioritní cíle PS5 ze střednědobého hlediska:

- rizika přepravy nebezpečných látek uvnitř a mimo průmyslové podniky (jako součástí technologických procesů)
- environmentální rizika přepravy nebezpečných látek
- bezpečnost tunelů (silničních, železničních)
- bezpečnost alternativních paliv

7. PS6. Bezpečnost nanotechnologií

7.1 *Současný stav řešené problematiky*

7.1.1 Nanomateriály a jejich bezpečnost

Úvod

Jednou z nejdynamičtěji se rozvíjejících disciplín současnosti je nanotechnologie a její stav lze přirovnat k prudkému rozvoji výpočetní techniky v 60. letech nebo biotechnologií v 80. letech minulého století. Světové investice do výzkumu a vývoje nanotechnologií poskytované vládami stouply mezi lety 1997 a 2010 téměř padesátkrát na více než 20 miliard dolarů ročně a investice výrobních společností ještě daleko více. Odhaduje se, že v roce 2015 bude roční příspěvek nanotechnologií do světové ekonomiky kolem triliónu (tisíc miliard) dolarů a průmysl nanotechnologií bude zaměstnávat nejméně dva milióny lidí. Další desítky až stovky miliónů pak budou exponovány nanomateriálům jako konzumenti nebo během jejich životního cyklu včetně osudu v životním prostředí. Takto radikální změny se projeví také v otázkách bezpečnosti vyráběných a používaných materiálů a probíhají tak dramaticky, že společnost nestačila dostatečně rychle reagovat v oblasti studia nebezpečných vlastností nanomateriálů a v následujících regulačních procesech a v legislativě.

7.1.2 Specifika nanomateriálů

Předpona „nano-“ pochází z řečtiny a znamená „trpaslík“, avšak ve vědě a technice znamená 10^{-9} , tj. jednu miliardtinu ($=0,000000001$). Jeden nanometr (nm) je miliardtina metru a za nanomateriály se považují takové útvary, u nichž jeden nebo více rozměrů leží zhruba v rozsahu jednoho až sto nanometrů. Ve shodě s tím je v americkém programu Národní nanotechnologická iniciativa (NNI) z března 2004 použita definice: „Nanotechnologie je výzkum a technologický vývoj na atomové, molekulární nebo makromolekulární úrovni, v rozměrové škále přibližně 1—100 nm. Je to též vytváření a používání struktur, zařízení a systémů, které mají v důsledku svých malých nebo intermediárních rozměrů nové vlastnosti a funkce. Je to rovněž dovednost manipulovat s objekty na atomové úrovni.“ Podle toho, zda v mezích daných rozměrových definicí nanomateriálů má hodnocený materiál jeden, dva nebo všechny tři rozměry, jedná se o vrstvy (nanopovlaky) s jedním rozměrem „nano-“, nebo o nanovlákna, nanodrátky či nanotrubičky se dvěma a o nanočástice se třemi rozměry této velikosti. Významné je, že v oblasti nanorozměrů již přestávají platit zákony klasické fyziky ve své podobě pro makrosvět a začínají se projevovat také kvantové vlastnosti atomárního mikrosvěta, takže nanomateriály mají jiné vlastnosti než stejné chemické sloučeniny v kompaktní podobě. Tak například bílý oxid titaničitý je v nanorozměrech průhledný, uhlíkaté nanotrubičky mají mechanickou pevnost až stonásobně převyšující ocel, některé fullerény jsou tvrdší než diamant, objevuje se supravodivost nebo další nové vlastnosti jako superparamagnetičnost.

Skutečnost, že materiály mají jiné vlastnosti v makrorozměrech a jiné v nanorozměrech, je sice vynikající z hlediska technologického využití, ale přináší s sebou také otázku, zda se jako nové nebo rozdílné neobjeví také nebezpečné vlastnosti nanomateriálů. Ačkoliv se i v této oblasti dosáhlo významného pokroku, ukazuje se, že naše vědomosti, dostupné techniky ani příslušné právní úpravy nestačily reagovat dostatečně rychle na změny vyvolané nanotechnologiemi a že je nezbytné tuto mezeru zaplnit.

7.1.3 Nanomateriály v přírodě

Využití nanomateriálů se specifickými vlastnostmi není ani zdaleka moderním vynálezem lidstva a je v přírodě využíváno velmi často. Vazba mezi atomy je řádově v rozměrech desetin nanometrů, a tak spodní hranice nanočástic odpovídá tomu, že napříč nanočástice je zhruba deset nebo více atomů. Velké molekuly, například bílkoviny nebo polysacharidy, tak jsou typické nanočástice a ve velikosti nanočástic je i řada buněčných útvarů a celé viry. Nanočástice také vznikají celou řadou přirozených procesů, například při sopečné činnosti, lesních požárech nebo i oxidačními a fotooxidačními procesy v atmosféře.

Velké množství různých typů nanočástic vzniká nechtěně průmyslovými procesy, například při brždění, různých formách tření, při metalurgických procesech, sváření atd. Významným zdrojem nechtěně vznikajících nanočástic jsou spalovací procesy, ať už se jedná o vnitřní spalování, hlavně diesellové motory, o energetiku včetně domácích topenišť až po spalování odpadů. Zde je zajímavé sledovat, jak se při sledování znečištění ovzduší tuhými látkami posouvá zájem ke stále menším částicím. Z prvotního zájmu o prach v ovzduší jsme přešli na stanovování PM10 (částice menší než 10 mikrometrů), nyní se v Evropě již zavádí PM2,5 a mluví se o nezbytnosti přechodu na minimálně PM1. Ukazuje se také, že negativní zdravotní účinky mohou být spojeny s ještě menšími částicemi – nanočásticemi. V této oblasti se stýkají bezpečnostní vědy s environmentálními.

7.1.4 Historické využívání nanomateriálů

Za zakladatele nanotechnologií v moderním slova smyslu je považován nositel Nobelovy ceny za fyziku Richard Feynman, který v roce 1959 přednesl na výročním zasedání American Physical Society v Pasadeně v Kalifornii přednášku „There’s a Plenty Room at the Bottom“, volně překládanou jako „Tam dole je spousta místa“. Další významnou postavou myšlenkového procesu vedoucího ke vzniku nanotechnologií byl americký fyzik Eric Drexler, který v roce 1986 napsal svoji knihu „Engines of Creations“ (Stroje stvoření), ve které rozpracoval myšlenku nanotechnologické revoluce. Zde se také poprvé objevují úvahy zahrnující bezpečnost nanotechnologií a Drexler vyslovuje obavu z toho, že by mohly být vytvořené samoreplikující se nanosystémy, které budou ohrožovat bezpečnost lidstva. Tato myšlenka byla studována i britskou akademií před zhruba pěti lety s konstatováním, že zatím nám podobné riziko nehrozí.

Paradoxem je, že technologie využívající nanomateriály byly známa už v minulosti, i když nebylo známo, díky čemu tyto materiály vděčí za své vlastnosti. Typickým příkladem jsou sklářské technologie využívané už od starověku, kdy se do sklářského kmene přidávaly částice kovů a jiných prvků jako zlata, stříbra, síry nebo selenu. Některé z nich byly o rozměrech nanočástic a způsobovaly unikátní optické vlastnosti, jako například tzv. Lykurgovy poháry ze 4. století našeho letopočtu, vyrobené římskými skláři. Ty obsahují nanočástice slitiny zlata a stříbra o rozměrech zhruba 70 nm a jev, vyvolaný těmito nanočásticemi, spočívá v neobvyklých barvách poháru. V odraženém světle, např. na denním světle, jsou tyto poháry zelené, avšak v procházejícím světle, například je-li zdroj světla uvnitř poháru, jsou poháry červené. V současnosti není známo, jakou technologii výroby těchto pohárů římscí skláři používali.

Jiným příkladem je vývoj lesklé glazované keramiky v 13.—16. století. Lesk vyvolává dekorativní kovový film o tloušťce 200—500 nm, obsahující kovové (stříbrné) sférické nanočástice rozptýlené v křemičitanové matici, přičemž vnější vrstva filmu o síle 10—20 nm je bez nanočástic. Kompozitní struktura má optické vlastnosti závislé jak na rozměru částic, tak na křemičitanové matici. Takto vytvořená dekorativní vrstva byla patrně prvním filmem s nanostrukturou cíleně a reprodukovatelně vyráběným člověkem. Dalšími příklady jsou metalurgické procesy zpevňování

ocelí a slitin, velká část katalytických procesů se zeolity a prakticky celá koloidní chemie. Již více než století vyráběným a v současnosti nejrozšířenějším nanomateriálem jsou saze, kterých se ročně vyrábí asi šest milionů tun a které se používají v mnoha technologiích, například při výrobě pneumatik, tonerů nebo černě zbarvených plastů. Z hlediska bezpečnosti je zajímavé, že saze, respektive PAU na nich zachycené, byly prvním materiálem, o kterém bylo známo, že je schopen vyvolat rakovinu.

7.1.5 Některé současné nanomateriály a nanotechnologie

Specifické vlastnosti a technologické výhody nanomateriálů vyplývají, jednoduše řečeno, z pravidla „velikost rozhoduje“, a to jednak díky obrovským povrchům, které nanočástice reprezentují, jednak díky skutečnosti, že se již začínají uplatňovat vlastnosti mikrosvětla jako je vlnová mechanika nebo kvantové chování. Tak částice TiO_2 , jsou-li ještě o rozměrech mikrometrů, jsou čistě bílé a používají se jako pigment například na nátěry stěn, je-li vytvořena nanostruktura bloků krystalické struktury TiO_2 ohraničených nestechiometricky titanem o nižším valenčním stavu, získá materiál intenzivně modrou barvu a izolované nanočástice oxidu titaničitého jsou průhledné. Stejně tak, platina v kompaktním stavu je velmi málo reaktivní, kdežto v nanoformě platinová čern dokáže svým povrchem iniciovat vzplanutí směsi hořlavého plynu (vodík, metan...) se vzduchem, nanoželezo je pyroforické a je-li rozptýleno ve vzduchu vzplane a v kompaktní podobě nereaktivní zlato má v nanopodobě reaktivitu srovnatelnou s alkalickými kovy. To samozřejmě implikuje nově se objevující bezpečnostní problémy, týkající se především bezpečnosti práce a technologických procesů. Otázkou zůstává, nakolik lze chápat jako nanomateriály i polymery, protože v některých případech, například při přípravě tzv. směrovacích léčiv, která dokáží dopravit cytostatikum v netoxické formě například do nádoru, se také využívá nanotechnologií.

Využití nanomateriálů v povrchových úpravách

Rozsáhlou aplikační sférou je využití nanomateriálů v povrchových úpravách. V současnosti se již využívají nanomateriály v oteruvzdorných a korozivzdorných povlacích a na površích účastnících se katalýzy. Na principu nanomateriálů fungují i speciální povrchové úpravy zabraňující znehodnocení fasád „sprejery“ (graffiti). Při výrobě filtrů pro separaci tekutin při průmyslových procesech nebo čištění odpadních kapalin se začali používat nanočástice TiO_2 a ZrO_2 , pro jejich schopnost zachycovat toxické kovy a fixovat živé mikroorganismy. Zde se nejen nabízí využití v bezpečnostní sféře v oblasti zvyšování spolehlivosti, ale i nové potenciální aplikace například v CRBN bezpečnosti.

Na trhu jsou již řadu let nanostrukturální povlaky vysoce odolné otěru využívané v povrchové úpravě řezných nástrojů nebo obkladačky s povrchovým filmem z nanočástic, které odpuzují špínu. Použití submikroskopických částic na povrch způsobuje jeho odolnost například vůči agresivním a povrchově aktivním chemikáliím. Například firma BASF patentovala proces povrchové úpravy oceli chemicky nanášeným niklem ve formě nanočástic. Ten odolá kyselině sírové, chlorovodíkové, dusičné i dalším kyselinám, ale také zásadám, rozpouštědlům i aktivním tenzidům. A navíc je takto vytvořený povrch mechanicky stabilní. Částice jsou tak malé, že nimi nemůže nic proniknout a zároveň tak přízřusobivé, že je výsledný povrch pružný, ohebný a odolný proti vibracím.

Nanomateriály v kosmetice

Skutečnost, že nanočástice oxidu titaničitého a oxidu zinečnatého jsou průsvitné a bezbarvé, avšak zadržují nebo odrážejí ultrafialové světlo, vede k jedné z nejčastějších aplikací nanomateriálů v kosmetice, a to k vytváření krémů s vysokým UV faktorem. Nanočástice ZnO nacházejí široké uplatnění v kosmetice, ale i v medicíně, při výrobě živočišných krmiv a veterinárních léčiv, v gumárenském průmyslu, při výrobě keramiky, v textilním průmyslu, při výrobě barev i jinde. Oxid titaničitý v nano-formě má schopnost blokovat pouze UVA (vlnové délky 340 až 400 nm), nano-ZnO má výjimečnou schopnost chránit před oběma složkami UV záření (UVA a UVB). Oxid zinečnatý je tak jediný anorganický nano-pigment, který chrání před oběma složkami UV záření.

Nanoprášky se používají i v dalších kosmetických přípravcích, například v krémech nebo ve rtěnkách, kde je používán oxid železitý v nanočásticích. Stejný materiál je používán i do líčidel.

Potravinářství

Rozsáhlé je využívání nanotechnologií v potravinářství a navíc řada propagovaných výzkumných směrů je také zaměřena do této oblasti. Použití nanomateriálů v potravinářství lze rozdělit do několika technik:

- Vytváření komplexních emulzí
- Solubilizace aditiv či jiných biologicky aktivních látek
- Antibakteriální materiály
- Nanostruktury v obalové technice

Vytváření komplexních emulzí má několik možností, například můžeme vyrobit nano-emulzi jedné hydrofilní kapaliny nebo roztoku látek ve vodě v nepolárním materiálu (např. oleji) a z kapiček této směsi pak připravit emulzi ve druhém roztoku, tentokrát s většími kapičkami. Tak lze vytvořit systém, ve kterém jsou přítomny vzájemně nekompatibilní složky, které by spolu jinak reagovaly. Jiným typem jsou nanostrukturované vícevrstvé emulze. Ty jsou typicky složeny z kapiček oleje, které tvoří jádro a jsou obklopené nanovrstvami (skořápkami) vytvořenými z různých polyelektrolytů. Vrstvy se vytvářejí pomocí metody elektrostatického ukládání vrstvy po vrstvě a postup se opakuje, až se vytvoří kapičky oleje potažené třemi i více vrstvami. Z bezpečnostního hlediska je tato problematika zajímavá proto, že umožňuje vytvořit disperzní soustavy mísitelné s vodou a obsahující hydrofobní i hydrofilní složky, přičemž tyto látky jsou maskované a bez porušení nanočástic nemusí být zachyceny běžnými analytickými technikami.

Solubilizace aditiv či jiných biologicky aktivních látek je na pomezí mezi potravinářstvím a medicínou a využívá různých technik, například vytváření micel o rozměrech několika málo desítek nanometrů. Vzniká tak jedinečná příležitost pro přísun ve vodě nerozpustných lipofilních sloučenin do potravin a nápojů a pro razantní zvýšení jejich vstřebatelnost z trávicího traktu. Z hlediska potravinové bezpečnosti jsou obě techniky, jak solubilizace tak vytváření komplexních emulzí bezproblémové, protože pracují s materiály v potravinářství běžnými a biologicky snadno odbouratelnými. Výjimkou by byl případ zneužití, opět na úrovni CRBN.

Rozdílná situace nastává u antibakteriálních materiálů, z nichž nejvýznamnější jsou nanočástice stříbra a nanočástice oxidu zinečnatého. Antimikrobiální účinky stříbra jsou známy již dlouhou dobu, minimálně několik století, a využití nanostříbra bylo jen logickým vyústěním těchto znalostí.

Předpokládá se, že nanostříbro projevuje své baktericidní účinky tak, že v jeho přítomnosti dochází k denaturaci disulfidových vazeb v buněčných membránách bakterií.

Nanostříbro lze v potravinářství aplikovat různým způsobem: lahve na vodu, nádoby na potraviny, chladničky, mrazničky. Uplatnění nachází i v dalších oblastech jako jsou klávesnice pro počítače, lékařské přístroje a nástroje, textil, sportovní předměty, kosmetika, hračky, nátěry aj.

Nanočástice stříbra zabudované do materiálů je nezbytné odlišovat od koloidního stříbra, které je součástí řady volně prodejných prostředků nabízených k desinfekci vody nebo k regulaci některých zdravotních problémů. Podle americké FDA (Food and Drug Administration) nelze prostředky obsahující koloidní stříbro nebo soli stříbra považovat za bezpečné. U antibakteriálně používaných nanočástic (stříbro, oxid zinečnatý) existují úvahy, zda nemohou vytvářet zatím neznámé nebezpečí při svém osudu v lidském těle a v životním prostředí.

Nanokompozity se často využívají v obalové technice, potravinářskou nevyjímaje. Polymerní nanokompozity jsou polymerní termoplasty, které obsahují řádově jednotky procent hmotnostních plnidla ve formě nanočástic. Při použití více než 8 % plnidla obvykle vznikají problémy se zpracováním fólie. Jako plnidla polymerních pryskyřic lze použít: nanojíly, nanočástice uhlíku, kovů a oxidů. Nanokompozity jsou charakterizovány extrémně velkým měrným povrchem, až stovky čtverečních metrů na gram materiálu, což způsobuje, že jsou vysoce reaktivní ve srovnání se svými protějšky s makrorozměry, a nanomateriály tak vykazují tak značně odlišné vlastnosti.

Existují tři základní kategorie využití nanotechnologie pro potravinářské obaly:

- zlepšení bariérových účinků plastů,
- zabudování aktivních komponent, které poskytují funkční vlastnosti nad rámec funkčních vlastností konvenčních aktivních obalů,
- snímání a signalizování relevantních informací.

Plastické hmoty na bázi polymerů s plnivem ve formě nanočástic jsou také čím dál tím častěji používány v automobilovém sektoru.

Zvláštní kategorii tvoří nanomateriály na bázi uhlíku. V polovině 80. let také byly syntetizovány uhlíkaté látky zvané fullereny, což jsou obří molekuly, jejichž kostru tvoří vzájemně propojené atomy uhlíku, umístěné ve vrcholech více nebo méně pravidelných mnohostěnů. Rozvoj techniky výroby fullerenů a jejich specifické vlastnosti, stejně tak jako syntéza uhlíkatých nanotubic s vynikajícími mechanickými, tepelnými i elektrickými vlastnostmi počátkem 90. let tak nastartovaly období moderní nanotechnologie. V nejznámějším fullerenu - buckminsterfullerenu, je šedesát atomů uhlíku uspořádáno do pětiúhelníků a šestiúhelníků, jejichž vazby vytvářejí komolý ikosaedr, čímž vzniká útvar, který známe z povrchu fotbalového míče. Fullereny jsou zajímavé samy o sobě a navíc mohou být různým způsobem substituovány, čímž se mohou například stát rozpustnými. Jejich charakteristickou vlastností je kromě jiného vysoce delokalizovaný elektronový systém, což vede ke schopnosti zachycovat volné radikály a nabízí možnosti využití jako hasiv (retardérů hoření) nebo jako radioprotektivní agens. V poslední zmíněné oblasti již proběhly první výzkumné práce u jednoho ze členů pracovní skupiny nanobezpečnosti, u SÚJB.

Existuje ještě jedna skupina struktur založených na uhlíku, a to dvojrozměrný (vrstevnatý) materiál zvaný grafen. V roce 2010 obdrželi Nobelovu cenu za fyziku André Konstantinovich Geim and

Konstantin Novoselov “for groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material graphene.”

7.2 *Bezpečnost nanomateriálů v rámci legislativy ČR a Evropské unie*

7.2.1 *Stav právních předpisů ČR a EU vzhledem k bezpečnosti nanomateriálů*

Jak již bylo konstatováno, nanotechnologie se v posledních letech řadí mezi nejdynamičtěji se rozvíjející odvětví a nanomateriály zasahují do stále více oblastí lidské činnosti. Tyto nové technologie s sebou nepřinášejí jen pozitivní stránky a ekonomický profit, ale také nové otázky a problémy. Jedním z nich je otázka, zda nanomateriály nevytvářejí nová nebezpečí pro lidské zdraví a pro životní prostředí a zda legislativa ochraňující zdraví pracovníků, spotřebitelů, obyvatel EU i celkově životní prostředí reagovala dostatečně na existenci širokého spektra nanomateriálů a na rostoucí množství, v němž jsou vyráběny a používány.

Protože se jedná o celoevropský problém, začala se mu věnovat Komise evropských společenství a byl proveden rozbor současné situace. Ve svém sdělení KOM(2004) 338 v konečném znění ze dne 12.5.2004 s názvem „Na cestě k evropské strategii pro nanotechnologie“ Komise evropských společenství uvádí, že ruku v ruce s výzkumem a vývojem a technickým pokrokem musí jít vědecké prošetření a posouzení možných ohrožení zdraví ze strany nanotechnologií. „Integrovaný, bezpečný a zodpovědný přístup“ se stal hlavním prvkem politiky EU v oblasti nanotechnologií. Sdělení KOM(2005) 243 v konečném znění ze dne 7.6.2005 s názvem „Nanověda a nanotechnologie: Akční plán pro Evropu 2005–2009“ výslovně uvádí, že veškeré způsoby použití a aplikace nanotechnologií a souvisejících věd („nanověd“) musejí být v souladu s požadavky na vysokou úroveň ochrany veřejného zdraví, bezpečnosti, ochrany spotřebitelů a zaměstnanců a ochrany životního prostředí, kterou definuje Společenství. Komise proto oznámila regulační přezkum právních předpisů EU v příslušných odvětvích a po jeho provedení vydala dne 17.6.2008 Sdělení KOM(2008) 366, z něhož čerpá tato podkapitola. Sdělení komise KOM(2008) 366 se týká nanomateriálů, které jsou již vyráběny a nebo které již byly uvedeny na trh. Vzhledem k tomu, že neexistují obecně přijaté definice a liší se například rozsahem velikostí ohraničujících oblastí nanomateriálů, je termín „nanomateriály“ používán tak, aby zahrnoval pojmy používané v běžné terminologii, jako jsou vyrobené nanomateriály s nanovelikostí a nanostrukturou. Sdělení se netýká nanomateriálů ani nanočástic, které vznikly přirozeným způsobem nebo neúmyslně, např. při spalování, při brzdných procesech nebo otěrem.

Nanotechnologie jsou moderní technologie, které mohou být velmi přínosné pro ekonomiku, pro spotřebitele, zaměstnance, pacienty a pro životní prostředí a také při vytváření nových pracovních míst. Jedním z jejich základních výstupů jsou nanomateriály.

Nanotechnologie a nanomateriály však mohou také představovat nová rizika pro lidi a životní prostředí, jelikož by skrze odlišné interferenční mechanismy mohly zasahovat do fyziologických procesů lidí a živočišných i rostlinných druhů přítomných v životním prostředí. Výzvou pro regulační činnost a zároveň její povinností tedy je zajistit, aby společnost měla prospěch z nových možností použití nanotechnologie a aby zároveň zůstala zachována vysoká úroveň ochrany zdraví, bezpečnosti a životního prostředí. K dosažení tohoto cíle je nezbytný výzkum v několika oblastech týkajících se fyzikálního chování nanomateriálů, jejich interakce s živými organismy, osudu v životním prostředí a zvláště pak v pracovním prostředí.

Právní předpisy týkající se aspektů zdraví, bezpečnosti a životního prostředí v souvislosti s nanomateriály spadají do tematických oblastí „chemické látky“, „bezpečnost práce“, „produkty“ a „ochrana životního prostředí“ a jsou použitelné paralelně.

Obecně se dá říci, že stávající právní předpisy do značné míry pokrývají i rizika související s nanomateriály a že tato rizika v principu lze řešit s využitím stávajícího právního rámce. Stávající právní předpisy však pravděpodobně bude třeba změnit, aby byly vzaty v úvahu nově získané informace, například pokud jde o prahové hodnoty používané v některých právních předpisech nebo o doporučené metody zjišťování nebezpečnosti.

Zavádění právních předpisů do praxe a použití regulačních nástrojů vytvořených na základě předpisů stále představuje mimořádný problém. Dokumenty pro podporu provádění, zejména pokud jde o posuzování rizika, které byly přijaty v souvislosti se stávajícími právními předpisy, nevyhovují a budou muset být podrobeny revizi, aby bylo zajištěno, že budou účinně řešit rizika spojená s nanomateriály a že budou co nejlépe využity nové dostupné informace a výsledky výzkumu a vývoje. Také orgány a agentury zabývající se bezpečností budou muset věnovat zvláštní pozornost rizikům spojeným s nanomateriály, jejichž výroba a uvádění na trh podléhají kontrole před uvedením na trh.

Aby bylo možné právní předpisy řádně vytvářet, měnit a zejména provádět, je třeba zdokonalit znalostní základnu. V následujících odstavcích je proto věnována pozornost jak právním předpisům EU a jejich provádění, tak i doplňování mezer ve znalostech. Je také zřejmé, že právní předpisy EU týkající se nanotechnologií a nanomateriálů musí být řádně a efektivně implementovány do národních legislativ včetně legislativy české. Vzhledem k tomu, že i stávající legislativa ČR v oblastech „chemické látky“, „bezpečnost práce“, „produkty“ a „ochrana životního prostředí“ vychází z legislativy EU a i případné změny reflektující potřeby v oblasti nanotechnologií budou zapracovány do našeho právního řádu, zůstává tento dokument soustředěn na evropskou úroveň.

V této souvislosti je vhodné upozornit rovněž na kodex chování pro odpovědný výzkum v oblasti nanověd a nanotechnologií (viz dokument Komise evropských společenství K(2008) 424 v konečném znění ze dne 7.2.2008). Tento kodex doplňuje právní předpisy a poskytuje členským státům, zaměstnavatelům, subjektům financujícím výzkum, výzkumným pracovníkům a obecněji všem osobám a organizacím občanské společnosti, které se podílejí nebo mají zájem na výzkumu v oblasti nanověd a nanotechnologií, pokyny, které podporují odpovědný a otevřený přístup k výzkumu v oblasti nanověd a nanotechnologií v Evropském společenství.

7.2.2 Chemické látky

Klíčovým právním dokumentem, do jehož působnosti spadají i nanomateriály, je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek z 30.12.2006 zvané „REACH“. Toto nařízení bylo novelizováno, naposledy nařízením (ES) č. 1272/2008. Nařízení platí přímo i v ČR, navazuje na něj zákon o chemických látkách a přípravcích (356/2003 Sb.)

Nařízení REACH představuje zastřešující právní předpis, který se vztahuje na výrobu, uvádění na trh a používání látek samotných, obsažených v přípravcích nebo v předmětech. Nařízení REACH je založeno na zásadě, že výrobci, dovozci a následní uživatelé musí zajistit, že vyrábějí, uvádějí na trh nebo používají látky, které nepůsobí nepříznivě na lidské zdraví nebo životní prostředí. Ustanovení tohoto nařízení se opírají o zásadu předběžné opatrnosti.

REACH však neobsahuje žádná ustanovení, která by se výslovně vztahovala na nanomateriály. Nanomateriály však spadají do definice „látky“ v nařízení REACH. Na základě REACH budou muset výrobci a dovozci předložit registrační dokumentaci pro látky, které vyrábějí nebo dovážejí v množství 1 tuny za rok nebo více. Pro látky vyráběné nebo dovážené v množství přesahujícím 10 tun za rok bude mít žadatel o registraci povinnost vypracovat zprávu o chemické bezpečnosti. Dále, pokud to bude považováno za nutné pro vyhodnocení látek, může si Evropská agentura pro chemické látky vyžádat jakékoli informace o látce, bez ohledu na minimální požadavky na informace stanovené nařízením REACH. Tato část REACH může hrát klíčovou roli v oblasti nanomateriálů, neboť dává Evropské agentuře pro chemické látky nástroj, jak získat doplňující informace o nano-formě vyráběné nebo obchodované látky. Zajímavá a dosud nevyřešená je otázka identifikace, tj. zda bude pro materiály v nanoformě využívána stávající identifikace pomocí CAS čísla nebo zda jim bude přidělováno číslo nové nebo zda zůstane původní a bude doplněné znakem charakterizujícím nanovelikost. Vzhledem k tomu, že různé velikosti nanočástic mají různé účinky, nelze vyloučit ani značení různých rozměrů. Zatím je situace neuspokojivá, protože podle značení CAS není rozdíl mezi kompaktní látkou a jejími nanoformami, ačkoliv existují významné rozdíly ve fyzikální i biologické nebezpečnosti. Pokud je existující chemická látka, která již byla uvedena na trh jako zboží hromadné spotřeby, uváděna na trh ve formě nanomateriálu („nanoforma“), registrační dokumentace bude muset být aktualizována, aby zahrnovala specifické vlastnosti nanoformy uvedené látky.

Je velmi pravděpodobné, že bude třeba upravit stávající požadavky. Do registrační dokumentace bude třeba začlenit dodatečné informace, včetně odlišné klasifikace a označování nanoformy, a dodatečná opatření k řízení rizik. O opatřeních k řízení rizik a provozních podmínkách bude třeba řádně informovat dodavatelský řetězec, zvláštní zřetel bude muset být brán v rámci bezpečnosti práce a expozice pracovníků.

Je také vysoce pravděpodobné, že za účelem řešení specifických vlastností, nebezpečí a rizik spojených s nanomateriály budou požadovány dodatečné zkoušky a dodatečné informace. Pro stanovení specifických nebezpečí spojených s nanomateriály možná bude zapotřebí změnit stávající pokyny pro provádění testů souvisejících s riziky. Dokud nebudou vytvořeny specifické pokyny pro provádění zkoušek pro nanomateriály, zkoušky budou muset být prováděny podle stávajících pokynů; zde je na místě uplatnění principu předběžné opatrnosti a vývoj systémů řízení bezpečnosti aplikovatelných v podmínkách velké neurčitosti výsledků a nespecifických rizik.

Zvláštní kategorie jsou látky vzbuzující velmi velké obavy. Jedná se o látky karcinogenní, mutagenní nebo toxické pro reprodukci (CMR), perzistentní, bioakumulativní a toxické (PBT) nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní (vPvB) nebo o látky, které vzbuzují stejně velké obavy. Zde bude vyžadováno povolení pro jejich používání a pro jejich uvádění na trh. Omezovací postupy umožňují, bude-li to třeba, také přijmout opatření v souvislosti s nanomateriály, jestliže jejich výroba, používání nebo uvádění na trh představují riziko. Povolovací a omezovací postupy se použijí bez ohledu na vyrobené množství nebo množství uváděné na trh. Otevřenou otázkou zůstává, zda nanomateriály nemohou mít další nové a dosud neznámé účinky spojené s dosud neprobádanými vlastnostmi, tak jako byly v době zavádění pesticidů neznámé perzistence a bioakumulovatelnost. I v této oblasti je nezbytný výzkum pokrývající celý životní cyklus nanočástic.

Lze očekávat, že Evropská komise bude pečlivě sledovat provádění nařízení REACH, pokud jde o nanomateriály. Na základě informací o výrobě a uvádění na trh nebo na základě nových poznatků,

například pokud jde o toxikologické nebo fyzikálně-chemické vlastnosti, může nastat nutnost změnit stávající předpisy včetně množstevních kritérií a požadavků na informace.

Údaje získané na základě nařízení REACH budou sloužit jako vstupní údaje pro ostatní právní předpisy, například v oblasti ochrany pracovníků (bezpečnosti práce), kosmetických přípravků a ochrany životního prostředí. Jedná se o doplnění právních předpisů týkajících se produktů, např. o obecné bezpečnosti výrobků, do takové míry, do jaké nezahrnují aspekty životního prostředí.

7.2.3 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Tuto oblast pokrývá rámcová směrnice Rady 89/391/EHS - o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, doplněná o řadu navazujících směrnic (celkem 19 dokumentů, ale zatím s omezenou relevancí k nanomateriálům a nanotechnologiím). V podmínkách ČR je relevantní Zákoník práce a navazující předpisy.

Rámcová směrnice 89/391/EHS stanoví pro zaměstnavatele řadu povinností spočívajících v přijetí opatření nezbytných pro bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků. Ta jsou platná pro všechny látky a pracovní činnosti včetně výroby a použití chemických látek ve všech fázích procesu výroby, bez ohledu na počet zapojených pracovníků, množství vyrobeného materiálu nebo použitou technologii. Stejnou filosofii má i Zákoník práce.

Směrnice se v celém rozsahu vztahuje i na nanomateriály. Zaměstnavatelé proto musí provést posouzení rizika, a pokud je riziko zjištěno, musí přijmout opatření k jeho odstranění. Plánování a zavádění nových technologií musí na základě článků 11 a 12 rámcové směrnice 89/391/EHS podléhat konzultaci s pracovníky nebo jejich zástupci, pokud jde o pracovní podmínky a pracovní prostředí. Základním problémem, který se zde objevuje, je skutečnost, že vědomostní základna zaostává za technickým pokrokem. Zaměstnavatelé nemají k dispozici dostatečně robustní metody, které by vyloučily, že některá z dosud neidentifikovaných nebezpečných vlastností není přítomna v jejich nanomateriálech. Schází zde opět základní výzkum nebezpečnosti a vytvoření příslušných testů.

Směrnice předpokládá možnost přijetí dalších samostatných směrnic, které stanoví specifitější pravidla, pokud jde o konkrétní aspekty bezpečnosti a zdraví. Takto přijaté příslušné směrnice se týkají rizik spojených s expozicí karcinogenům nebo mutagenům při práci (Směrnice 2004/37/ES ze dne 29. dubna 2004; Úřední věstník L 158, 30.4.2004), rizik spojených s chemickými činiteli používanými při práci (Směrnice 98/24/ES ze dne 7. dubna 1998; Úř. věst. L 131, 5.5.1998), používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci (Směrnice 89/655/EHS ze dne 30. listopadu 1989; Úř. věst. L 393, 30.12.1989), používání osobních ochranných prostředků při práci (Směrnice 89/656/EHS ze dne 30. listopadu 1989; Úř. věst. L 393, 30.12.1989) a bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců vystavených riziku výbušných prostředí (Směrnice 1999/92/ES ze dne 16. prosince 1999; Úř. věst. L 23, 28.1.2000).

Jelikož tyto směrnice zavádějí pouze minimální požadavky, národní orgány mají možnost zavést přísnější pravidla. Opět ve všech těchto oblastech je značný prostor pro výzkum související s nanomateriály.

7.2.4 Produkty

Mnoho skupin produktů spadá pod platnou legislativu Společenství a tato legislativa předepisuje požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost zaměstnanců a spotřebitelů a na ochranu životního prostředí. Právní předpisy týkající se produktů stanoví požadavky, pokud jde o specifické produkty, např. léčivé přípravky, přípravky na ochranu rostlin, kosmetické přípravky, potravinářské přídatné

látky, doplňkové látky v krmivech atd. Spotřební zboží, na které se nevztahují zvláštní právní předpisy, musí splňovat požadavky směrnice o obecné bezpečnosti výrobků (Směrnice 2001/95/ES; Úř. věst. L 11, 15.1.2002). Právní předpisy Společenství pro tyto oblasti obsahují ustanovení o bezpečnosti a ochraně zdraví spotřebitelů, pracovníků, pacientů a uživatelů, ale nikoli nutně v souvislosti s ochranou životního prostředí. Do té míry, do jaké jsou nanomateriály obsažené v těchto produktech kvalifikovány jako látky podle definice nařízení REACH, podléhají na základě REACH nutnosti posouzení jejich dopadu na životní prostředí.

V mnoha případech je na tentýž výrobek aplikováno více direktiv nebo jiných předpisů současně.

Přípravky na ochranu rostlin

Směrnice 91/414/EEC zabývající se uváděním přípravků na ochranu rostlin na trh popisuje pravidla a postupy pro schvalování aktivních látek na Evropské úrovni (viz např. Příloha I. této směrnice) a povolení na úrovni členských států EU týkajících se přípravků na ochranu rostlin, které tyto látky obsahují. Přípravek na ochranu rostlin může být povolen pouze, jestli naplňuje mimo jiné i následující kritéria:

- je efektivní
- nemá žádné nepřijatelné dopady na rostliny nebo výrobky z nich vyrobené
- nezpůsobuje obratlovcům žádné strádání nebo bolest, které nejsou nezbytné
- nemá žádné škodlivé vlivy na lidské zdraví a zdraví zvířat, ať už přímo nebo nepřímo nebo prostřednictvím podzemních vod
- nemá žádné nepřijatelné účinky na životní prostředí

Dalším z požadavků je, že musí být možné stanovit vhodné metody umožňující charakterizovat povahu aktivních látek v přípravcích a stejně tak všech toxikologicky a ekotoxikologicky významných nečistot a doplňujících látek, popřípadě jejich residuí, které mají toxikologický význam. I když to není přímo formulováno ve směrnici, tyto požadavky mohou zahrnovat také nanomateriály.

Zahrnutí aktivních látek do přílohy I. směrnice 91/414/EEC může být zajištěno pouze tehdy, je-li prokázáno, že tyto přípravky splňují následující podmínky:

- Jejich residua nemají škodlivý efekt na lidské zdraví, zdraví zvířat, na kvalitu podzemních vod nebo nemají jiný nepřijatelný vliv na životní prostředí. To není v případě nanomateriálů možné, pokud není prokázán celý jejich osud v životním prostředí, což u řady nanomateriálů zatím ještě není.
- Použití těchto látek samo o sobě nemá žádný škodlivý dopad na lidské zdraví nebo zdraví zvířat a nemá ani žádný nepřijatelný vliv na životní prostředí. Opět se naskýtá otázka, zda neexistuje dosud neznámý nepřijatelný vliv.

Vyžadované informace jsou specifikovány v příloze II. pro aktivní látky a v příloze III. směrnice pro samotné přípravky na ochranu rostlin a dělí se na 6 sekcí:

- fyzikální a chemické vlastnosti
- analytické metody
- toxikologická data a studie metabolismu

- residua v ošetřovaných výrobcích, potravinách a krmivech
- osud a chování v životním prostředí
- ekotoxikologická data

Požadavky na data jsou detailní a vyčerpávající, avšak v případě nanomateriálů v mnoha případech zatím nedosažitelná. Celkově žadatel o uvedení na trh musí poskytnout všechny informace nezbytné pro zhodnocení předpokládatelných rizik, ať už bezprostředních nebo opožděných, která dotyčná látka může způsobit pro lidi, zvířata a životní prostředí. Je-li to potřeba, příslušné autority mohou kdykoliv vyžadovat dodatečné informace a studie. V důsledku z výše uvedených pravidel také mohou být ve všech nezbytných případech vyžadovány informace o používaných nanomateriálech a nanotechnologiích. Bohužel, i zde schází relevantní testovací metody a stávající nezaručují, že materiál je úplně bezpečný.

Povolení k uvedení na trh může být kdykoliv podrobena revizi na základě nových poznatků ve vědě a technice. Také toto pravidlo může být aplikováno na nanomateriály. Držitel povolení je povinen bezodkladně informovat kompetentní autoritu o všech nových informacích o potenciálně nebezpečných účincích kteréhokoliv přípravku na ochranu rostlin nebo o negativních účincích jejich residuů, a to s ohledem na lidské zdraví, zdraví zvířat, podzemní vody a životní prostředí.

Jestliže některý s členských států EU získá dostatečné důkazy vedoucí k úvahám, že povolené produkty přinášejí riziko pro člověka, zvířata nebo pro životní prostředí, může provizorně omezit nebo zakázat prodej a použití tohoto přípravku na svém území. Tyto národní zákazy a omezení pak vyžadují potvrzení na úrovni Evropského společenství.

Nanomateriály mohou být ve výrobcích na ochranu rostlin používány také jako doplňující nebo pomocné složky. Při podání žádosti o uvedení na trh musí být proto uvedeno úplné složení výrobku. Návrh doplňku směrnice 91/414/EEC (COM (2006) 388) předpokládá, že některé doplňující látky mohou být také zakázány, a to v případě obav o lidské zdraví nebo o zdraví zvířat nebo o životní prostředí.

Biocidy

Nanomateriály se často používají jako biocidy nebo jako pomocné látky v nich. Směrnice 98/8/EC o biocidech má za cíl harmonizovat evropský trh s biocidy a jejich aktivními látkami. Současně má také za cíl poskytnout vysokou úroveň ochrany lidem, zvířatům a životnímu prostředí. Směrnice se zabývá celkem 23 různými typy přípravků, od desinfekčních činidel přes přípravky zabíjející vytváření biologických nánosů (antifouling) až po přípravky na hubení hlodavců.

Tato směrnice je strukturou podobná směrnici 91/414/EEC a také obdobně aplikuje přístup na dvou úrovních: aktivní látky jsou hodnoceny na úrovni Evropského společenství (příloha I.) zatímco konečné biocidní přípravky uváděné na trh jsou povolovány nebo registrovány na národní úrovni.

Zhodnocení rizik aktivních látek je děláno některým z členských států, zatímco požadavky na výrobky biocidního charakteru jsou aplikovány jednotlivými členskými zeměmi. Seznam těchto požadavků je uveden v přílohách ke směrnici. Je důležité připomenout, že neexistuje žádný limit v množství vyrobené látky nebo výrobku, pod kterým již není nutné splnit všechna kritéria této

směrnice. Je však skutečností, že studie může být omezena v případech, že existují dostatečné vědecké a technické důkazy a jsou žadatelem poskytnuty příslušné kompetentní autoritě.

Definice biocidních přípravků dle článku 2 (1) (a)) a aktivní látky dle článku 2 (1) (d) směrnice 98/8/EC pokrývají také nanomateriály a tudíž tyto spadají do platnosti směrnice 98/8/EC v případech, že jsou použity pro biocidní účely. Požadovaná data jsou popsána detailně a srozumitelně. Vzhledem k tomu, že směrnice nemá žádný odkaz na specifické testy, obecné požadavky jsou přímo aplikovatelné také na nanomateriály. Opět tak vyvstává otázka relevance stávajících testů a nutnost výzkumu v této oblasti.

Nanomateriály mohou být v biocidních přípravcích používány také jako pomocné materiály. V žádosti o uvedení na trh musí být uvedena úplná data o složení biocidního přípravku a jestliže je to nezbytné, kompetentní autorita může vyžadovat doplňující informace o sloučeninách vzbuzujících obavy.

Lze tedy konstatovat, že směrnice o biocidech pokrývá do jisté míry nanomateriály ve své současné podobě, nicméně současné technické předpisy týkající se zhodnocení rizik, rozhodovacího procesu a požadavků na poskytovaná data, budou pravděpodobně muset být doplněny, aby byla dostatečně zohledněna také specifická rizika nanomateriálů.

Kosmetické přípravky

Směrnice 76/768/EEC o kosmetických přípravcích obsahuje předpisy týkající se pozitivního seznamu a negativního seznamu ingrediencí a povinnosti výrobce provést zhodnocení rizik. Pozitivní seznam obsahuje látky, které mohou být používány v kosmetických přípravcích a negativní seznam ty, které jsou zakázány. Směrnice obsahuje detailní pravidla týkající se látek, které nemohou být používány, které mohou být používány pouze s určitými omezeními a za jistých podmínek, což se týká také barviv, konzervačních látek a UV filtrů. Do poslední jmenované skupiny spadají také nanočástice, které bývají pro tyto účely stále častěji používány. Výrobce musí mít dostupné a být schopen poskytnout ke kontrole zhodnocení bezpečnosti kosmetického přípravku v jeho konečné podobě s ohledem na lidské zdraví. Aby toho dosáhl, musí brát v úvahu obecný toxikologický profil ingrediencí, jejich chemickou strukturu a míru, v níž budou uživatelé účinným látkám exponováni. Zhodnocení rizik musí také speciálně vzít v úvahu expoziční charakteristiku oblasti těla, na které bude produkt aplikován a také zřetel na skupinu uživatelů, pro kterou byl vyvinut. Tak musí mj. být provedeno speciální zhodnocení pro kosmetické přípravky, u nichž je předpokládáno použití pro děti ve věku do tří let a pro přípravky určené výlučně pro vnější intimní hygienu.

Na základě povinnosti provést zhodnocení rizik a možnosti předepsat legislativně podrobnosti podmínek pro použití určitých ingrediencí mohou být rizika související s nanomateriály a nanotechnologiemi v principu řešena obdobným způsobem jako u ostatních látek. Komise evropských společenství nicméně navrhuje revizi směrnice o kosmetických přípravcích, která přímo zahrnuje přípravky používající nanomateriály. Hlavní prvky obsažené v tomto návrhu jsou:

- jasně formulovat minimální požadavky pro dosažení bezpečnosti kosmetiky

- vytvořit systém administrativní spolupráce kompetentních autorit, což zahrnuje systém koordinace členských zemí při hodnocení výrobků a jejich pomocných informací včetně stanovení pravidel pro stažení výrobků z trhu
- definovat povinnost průmyslu aktivně informovat o vážných nežádoucích účincích použitých materiálů (včetně nanomateriálů) příslušné kompetentní autority jako část mechanismů včasné detekce rizik pro lidské zdraví způsobených kosmetickými přípravky
- zavést systém umožňující poskytovat informace všem kompetentním autoritám přes jeden notifikační portál

Léčiva a zdravotnické prostředky

Je pravděpodobné, že nové aplikace nanotechnologií rozšíří hranice regulací mezi zdravotnickými prostředky a léčivy. Podle současné legislativy je klíčový pro rozhodování mechanismus působení a na jeho základě se určuje, zda bude produkt posuzován jako léčivo nebo jako zdravotnický prostředek (viz Směrnice 2001/83/EC včetně dodatku, článek 1., 2.(b)). Nanotechnologické produkty však mohou vykazovat komplexní působení kombinující mechanické, chemické, farmakologické a imunologické vlastnosti a tak kombinovat i léčebné a diagnostické funkce. Kromě toho, v budoucnosti mohou být vyžadovány dodatečné speciální expertízy pro zhodnocení bezpečnosti, jakosti a účinnosti nových nanomedicínálních produktů a pro management jejich rizik.

Je také pravděpodobné, že hodnocení přípravků takovýchto nových technologií bude vyžadovat zvláštní zřetel a úpravy předpisů.

Postupy v Evropském společenství zahrnují široké spektrum předpisů, implementačních dokumentů a vyhlášek týkajících se léčiv a zdravotnických prostředků. Nejsou však v nich předjímány žádná specifická pravidla týkající se používání nanotechnologií a nanomateriálů. Přesto, EMEA (European Medicines Agency - Evropská léková agentura) a její komise pro léčiva pro humánní použití (Committee for Medicines Products for Human Use, CHMP), připravily dokument rozebírající výrobky využívající nanotechnologie v lidském lékařství. V tomto dokumentu je zdůrazněno, že stávající legislativa vytváří předpoklady pro hodnocení nanomateriálů a stejně jako pro každý zdravotnický přípravek nebo léčivo, EU kompetentní autority budou posuzovat jakoukoliv žádost o umístění nanomedicínálního produktu na evropském trhu, přičemž budou používat zavedené principy hodnocení zisku a rizik spíše než hodnocení postavené čistě na technologiích jako takových. Obdobné principy a úvahy jsou aplikovány také ve veterinární medicíně.

Pro řešení výše uvedených témat vytvořila EMEA Operační skupinu pro inovace (Innovation Task Force - ITF), jejímž úkolem je zajistit širokou koordinaci vědeckých a regulačních kompetencí v oblasti objevujících se léčebných postupů a technologií, a to včetně nanotechnologií. Dalším smyslem ITF je vytvářet fórum pro včasný dialog s žadateli o uplatnění produktů na trhu v oblastech týkajících se regulačních, vědeckých a ostatních sporných otázek, jež by se mohly objevit na základě vývoje. V případě neexistence specifických návodů je žadatelům doporučováno kontaktovat EMEA již od ranných stádií vývoje výrobku.

Aerosolové rozprašovače

V souladu se směrnicí Rady Evropy 75/324/EHS o aerosolových rozprašovačích musí tyto splňovat řadu specifických požadavků dříve, než mohou být uvedeny na trh. Soulad s těmito požadavky by měl v principu znamenat, že výrobek je bezpečný, avšak směrnice samotná a její doplňky připouští, že je možné, že některé rozprašovače aerosolů na trhu mohou představovat nebezpečí pro zdraví, i když vyhovují požadavkům příslušné směrnice a jejich příloh. Samotná směrnice proto obsahuje pojistnou proceduru dovolující členským zemím provizorně, tzn. za podmínky verifikace na úrovni Evropského Společenství, zakázat prodej rozprašovačů na jejich území za specifických podmínek. Směrnice byla upravena (Směrnice Komise 2008/47/ES ze dne 8. dubna 2008) a zavedla povinnost výrobce provést analýzu nebezpečí. Diskuse v souvislosti s problémy zdraví a bezpečnosti aerosolů ukázala, že fyzikální a chemické vlastnosti nanočástic ve spojitosti s jejich rozptýlením ve formě aerosolu, to ještě jako velmi malých kapiček, může velmi snadno vést k zasažení lidských plic. Z tohoto důvodu revidovaná směrnice specifikuje, že analýza nebezpečí by měla zahrnovat také rozborů týkající se rizik vyplývajících ze vdechování aerosolu uvolňovaného rozprašovačem za normálních podmínek nebo za podmínek rozumně představitelných. V úvahu je třeba brát rozložení velikosti částic ve spojení s fyzikálními a chemickými vlastnostmi jejich obsahu. Výrobce tak musí navrhovat, vyrábět a testovat rozprašovače tak, aby bral v úvahu výsledky těchto analýz. Směrnice v této podobě tak zahrnuje i problematiku nanočástic a umožňuje ji zahrnout do procesu hodnocení rizik, avšak s omezeními danými aktuálními znalostmi o negativních účincích nanočástic.

Výrobky spadající do legislativy „nového přístupu“

Řada výrobků se vztahem k rizikům souvisejícím s nanotechnologiemi je zahrnuta do tzv. nového přístupu k technické harmonizaci a standardizaci (viz např. seznam příslušné evropské legislativy, který je veřejně dostupný na oficiální internetové stránce Evropské komise <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/standardization/harmstds/reflist.html>). Jsou to mj.

strojírenství, ochranné osobní prostředky, zdravotnické přípravky atd. Směrnice nového přístupu se zabývají specifickými riziky. Jako obecné pravidlo je výrobce povinen provést zhodnocení rizik definovaných v každé ze směrnic a přijmout strategii řízení těchto rizik. To zahrnuje přijmout opatření ke snižování rizik nebo jejich odstranění a následně snižovat rizika tak, jak je možné bezpečným designem, konstrukcí a používáním příslušných produktů. V případě, že rizika nemohou být zcela odstraněna, je výrobce povinen informovat uživatele o zbytkových rizicích a doporučit ochranná opatření k těmto rizikům. Směrnice o zdravotnických přípravcích doplňuje tato pravidla požadavkem na analýzu rizik a zisků při jejich používání.

V rámci „nového přístupu“ není uvedení výrobku na trh předmětem povolení veřejnou autoritou, avšak zhodnocení rizik a zvolený přístup k jejich řízení musí být zaznamenány v technické dokumentaci. Jakákoliv změna v designu nebo v konstrukci musí být zdokumentována, což se týká také použití nanočástic. Směrnice „nového přístupu“ obsahují také intervenční mechanismy, jimiž mohou členské země ovlivňovat trh s ohledem na produkty, které by mohly představovat nebezpečí pro člověka nebo pro životní prostředí.

V největších detailech se problematikou a hodnocením rizik zabývá směrnice o zdravotnických přípravcích (Směrnice 93/42/EEC). Expertní skupina o zdravotnických přípravcích

(MDEG-Medical Devices Experts Group) založila pracovní podskupinu o nových a objevujících se technologiích ve zdravotnických přípravcích a tato definovala nanotechnologie jako svou nejvyšší prioritu. Tato pracovní podskupina také doporučila zavést metodiku zaměřenou na provádění klinického výzkumu v nanotechnologiích a nanomateriálech.

Také v tomto případě směrnic nového přístupu jsou předpisy formulovány tak, že principy řízení rizik jsou použitelné i na rizika spojená s nanomateriály. Je však pravděpodobné, že budou vytvořeny další specifické metodiky odrážející nové znalosti o nebezpečných vlastnostech nanočástic.

Potraviny

Základním dokumentem EU v této oblasti je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. Toto nařízení je horizontálně uplatňováno ve všech oblastech týkajících se potravin a krmiv a jejich výroby. V souladu s předepsanými postupy a pravidly, žádost o povolení uvedení na trh, názor příslušné autority i případné doplňující informace musí být podle článků 38, 39 a 41 nařízení č. 178/2002 (s výjimkou důvěrných informací) přístupné veřejnosti.

Nejvýznamnější oblasti týkající se rizik v souvislosti s nanomateriály jsou:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 258/97 ze dne 27. ledna 1997 o nových potravinách a nových složkách potravin. Tyto mohou být uvedeny na trh pouze v případě, že byly, mimo jiné i z hlediska bezpečnosti, nejprve zhodnoceny v některé z členských zemí EU. Toto zhodnocení je distribuováno mezi ostatní země Evropské Unie a Komisi. Jestliže nevzniknou žádné námitky, členská země, v níž byla žádost podána, informuje žadatele a povolí mu prodej příslušné potraviny či složky. Pokud se námitka vyskytne, je vyžadováno rozhodnutí pomocí komitologické procedury a v takovém případě je obvykle hodnocení rizik provedeno také EFSA. Zjednodušená procedura může být provedena tehdy, když se nová potravina podstatněji neliší od stávajících.

V důsledku nařízení (ES) č. 258/97 je možné zhodnotit rizika vyplývající z použití nanotechnologií a nanomateriálů v případě nových potravin a nových složek stejně jako vliv nanotechnologií jako nových technologií s dopadem na potraviny. Stávající požadavky na značení potravin také umožňují informovat spotřebitele patřičným způsobem. Je však potřeba doplnit znalostní základnu o chování a nebezpečných vlastnostech nanomateriálů a vlivech nanotechnologií.

Dalším zásadním právním aktem ve vztahu k potravinové bezpečnosti je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. Nové materiály a jejich složky jsou předmětem povolení a před jeho získáním je nezbytné provést zhodnocení na úrovni EFSA. Ta také vydala metodiku jak postupovat při podávání žádosti a tato metodika by mohla vyžadovat úpravu zohledňující přítomnost látky v nanoformě. Stejně tak je předpokládáno, že bude potřeba upravit proces analýzy rizik s ohledem na specifická rizika vycházející z nanomateriálů.

Žadatel nebo kterýkoliv subjekt na trhu používající látky s povolením nebo materiály tyto látky obsahující je povinen neprodleně zpravit Komisi o jakékoliv nové technické nebo vědecké

informaci, která by mohla ovlivnit hodnocení bezpečnosti příslušné látky ve vztahu k lidskému zdraví a bude-li to potřeba, příslušná autorita provede revizi hodnocení rizik.

Lze tedy konstatovat, že i v této oblasti je evropská legislativa připravena problematiku nanotechnologií a nanomateriálů řešit.

Obdobnou strategii ochrany lidského zdraví zahrnují také směrnice Rady č. 89/107/EHS ze dne 21. prosince 1988 týkající se potravinářských přídatných látek povolených pro použití v potravinách určených k lidské spotřebě a nařízení Komise (ES) č. 1170/2009 ze dne 30. listopadu 2009, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/46/ES a nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1925/2006, pokud jde o seznamy vitaminů a minerálních látek a jejich forem, které lze přidávat do potravin, včetně doplňků stravy.

Závěry pro produkty

V podstatě všechny právní předpisy týkající se produktů ukládají povinnost posouzení rizika a přijetí opatření k řízení rizik. Nanomateriály nejsou z této povinnosti vyňaty. Pokud produkty podléhají kontrole před uvedením na trh nebo oznámení před uvedením na trh, např. léčivé přípravky, nové potraviny nebo přípravky na ochranu rostlin, posouzení a řízení rizik v souvislosti s nanomateriály může být před jejich uvedením na trh ověřeno orgány (nebo – podle tzv. „nového přístupu“ – oznámenými subjekty). Realizace těchto postupů povede buď ke vzniku prováděcích právních předpisů (např. zařazení nových látek na pozitivní nebo negativní seznam), nebo závazných správních rozhodnutí (např. povolení k uvedení na trh), která budou rovněž specifikovat podmínky uvádění těchto látek na trh.

Obzvlášť významná je povinnost revidovat, měnit nebo rušit povolení, pokud existuje podezření, že látky již nesplňují některý z příslušných požadavků, nebo jestliže takový zásah vyžaduje vývoj v oblasti vědeckých a technických poznatků. Držitel povolení nebo certifikátu musí rovněž neprodleně uvědomit příslušný orgán nebo subjekt o jakýchkoli nových informacích ohledně rizika.

Pokud jde o produkty, které mohou být uváděny na trh bez povinnosti splnit před jejich uvedením na trh zvláštní procesní požadavky (např. kosmetické přípravky, spotřební zboží podléhající směrnici o obecné bezpečnosti výrobků a různé produkty, na něž se vztahuje „nový přístup“), musí být na úrovni dozoru nad trhem ověřeno, zda splňují zákonné požadavky. To nevyklučuje možnost podniknout kroky k omezení jejich uvedení na trh nebo vyžádat si radu od některého z vědeckých výborů EU. Orgány mohou kdykoli ověřit posouzení rizika a strategii řízení rizik v prostorách výrobce.

Za účelem zvýšení úrovně ochrany byla navržena regulační změna, pokud jde o kosmetické přípravky, které jsou uváděny na trh, aniž prošly kontrolou před uvedením na trh. Požadavky týkající se posouzení rizika budou objasněny. Výrobci budou mít při oznámení o uvedení svých produktů na trh navíc povinnost uvést, zda tyto produkty obsahují nanomateriály, a zřídit mechanismus pro sledování účinků kosmetických přípravků uváděných na trh na lidské zdraví (KOM(2008) 49 v konečném znění 2008/0025 (COD); 5.2.2008).

Pokud jde o zdravotnické prostředky, útvary Komise prozkoumají možnost učinit uvádění na trh prostředků, které představují riziko spojené s nanomateriály, předmětem systematických opatření ještě před uvedením na trh.

7.2.5 Ochrana životního prostředí

Příslušné evropské právní předpisy pro životní prostředí v tomto kontextu se týkají zejména integrované prevence a omezování znečištění, nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek (směrnice 96/082/EEC, tzv. Direktiva Seveso II), rámcové směrnice o vodě a řady směrnic o odpadech.

Směrnice o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC - Směrnice Rady 2008/1/ES o integrované prevenci a omezování znečištění; Úř. věst. L 24, 29.1.2008.) se v Evropě vztahuje přibližně na 52 000 zařízení průmyslového charakteru a vyžaduje, aby zařízení, jež spadají do její oblasti působnosti, byla provozována v souladu s povolením, včetně mezních hodnot emisí založených na uplatnění nejlepších dostupných technik. Směrnice IPPC by v podstatě mohla být využita v uvedených zařízeních i pro kontrolu dopadů nanomateriálů na životní prostředí tak, že tato hlediska budou v případě potřeby zohledněna při přípravě referenčního dokumentu Komise o nejlepších dostupných technikách (BAT). Co opět schází, je dostatečná vědomostní základna týkající se nebezpečných vlastností nanomateriálů.

Směrnice Seveso II se použije na zařízení, ve kterých se uvedené nebezpečné látky (nebo látky určitých kategorií) nacházejí v množství přesahujícím určité prahové hodnoty uvedené v příloze této směrnice. Směrnice ukládá provozovatelům obecnou povinnost přijmout všechna nezbytná opatření k prevenci závažných havárií a omezení jejich následků pro člověka a životní prostředí. Pokud se zjistí, že některé nanomateriály představují nebezpečí závažné havárie, mohou být podle této směrnice zařazeny do některé z kategorií a mohou být pro ně stanoveny příslušné prahové hodnoty. V souvislosti s přechodem klasifikace nebezpečných látek na globálně harmonizovaný systém byla zřízena pracovní skupina, která připravuje návrh nového systému zařazování provozů do kategorií směrnice 96/082/EEC a tato pracovní skupina diskutuje i problematiku nanočástic.

Rámcová směrnice o vodě (Směrnice 2000/60/ES, Úř. věst. L 327, 22.12.2000) stanoví obecné zásady a celkový rámec pro zlepšení vodního prostředí, postupné snižování znečišťování prioritními látkami, odstranění emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek do vody. V roce 2001 byl stanoven seznam 33 prioritních látek (Rozhodnutí č. 2455/2001/ES, Úř. věst. L 331, 15.12.2001). Nanomateriály by v závislosti na svých nebezpečných vlastnostech mohly být zahrnuty mezi prioritní látky. Komise by v těchto případech navrhla normy environmentální kvality. Pokud jde o podzemní vody, členské státy budou muset zavést normy jakosti pro znečišťující látky, které představují riziko, mezi něž by mohly být zahrnuty i nanomateriály.

Směrnice 2006/12/ES19 o odpadech stanoví obecný rámec a ukládá členským státům povinnost zajistit, aby zpracování odpadu nepříznivě neovlivňovalo zdraví a životní prostředí. Směrnice o nebezpečných odpadech (Směrnice 91/689/EHS; Úř. věst. L 377, 31.12.1991) vymezuje, které odpady jsou nebezpečné, a stanoví pro ně přísnější pravidla. Nebezpečný odpad musí mít určité vlastnosti stanovené v příloze uvedené směrnice a musí být na evropském seznamu odpadů uveden jako nebezpečný. Odpady obsahující nanomateriály by mohly být klasifikovány jako nebezpečné, jestliže má nanomateriál příslušné vlastnosti, které činí tento odpad nebezpečným. Byly přijaty zvláštní právní předpisy pro konkrétní toky odpadů, např. v případě elektrických a elektronických zařízení, vozidel s ukončenou životností, obalů a obalových materiálů, baterií a oxidu titaničitého. nebo pro specifické postupy zpracování odpadů, jako je spalování a skládky (Směrnice 1999/31/ES; Úř. věst. L 182, 16.7.1999). Stávající právní předpisy EU týkající se odpadů obsahují obecné požadavky na ochranu zdraví a životního prostředí při nakládání s odpady. Obsahují rovněž podmínky pro nakládání se specifickými odpadními látkami, které mohou obsahovat nanomateriály,

ale na riziko spojené s nanomateriály se výslovně nevztahují. Pokud nastane potřeba stanovit specifitější pravidla, lze navrhnout nebo provést vhodné opatření v rámci stávajících právních předpisů. Podobně i členské státy mohou takové kroky podniknout při provádění stávajících ustanovení v rámci vnitrostátních politik.

7.2.6 Provádění právních předpisů v rámci EU

Právní rámec Společenství se sice obecně vztahuje na nanomateriály, ale provádění právních předpisů je zapotřebí dále rozpracovat. Důležitými prvky jsou zkušební metody a metody posuzování rizika, které slouží jako základ pro provádění právních předpisů, správních rozhodnutí a povinností výrobců nebo zaměstnavatelů. V této chvíli není k dispozici žádný vědecký základ, který by umožnil plně porozumět všem vlastnostem a rizikům nanomateriálů. Bylo zveřejněno mnoho posudků, které identifikovaly „mezery ve znalostech“, z nichž asi nevýznamnější je stanovisko pracovní skupiny OECD pro úmyslně vyrobené nanomateriály (více podrobností lze najít v dokumentu http://www.oecd.org/department/0,3355,en_2649_37015404_1_1_1_1_1,00.html). Vědecký výbor EU pro vznikající a nově zjištěná zdravotní rizika (SCENIHR, viz http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_003b.pdf) a na evropské úrovni zřízený Vědecký výbor pro spotřební zboží (SCCP, viz http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_099.pdf) zdůraznily potřebu zdokonalení znalostní základny, zejména pokud jde o zkušební metody a metody posuzování rizika v souvislosti s nebezpečím a expozicí. Obecně panuje v členských státech i na mezinárodní úrovni konsensus v tom smyslu, že je nutný další výzkum. Pokud není znám úplný rozsah rizika, ale obavy jsou tak velké, že se považuje za nutné přijmout opatření k řízení rizik, což je v současnosti případ nanomateriálů, opatření musí vycházet ze zásady předběžné opatrnosti.

Jak je specifikováno ve sdělení Komise COM(2000) 1 ze dne 2. února 2000, o zásadě předběžné opatrnosti, uplatnění této zásady nutně neznamená přijetí konečného aktu s právními důsledky. Lze použít širokou škálu kroků nebo opatření, například právně závazná opatření, zahájení vědeckých projektů nebo doporučení. Opatření přijatá v rámci zásady předběžné opatrnosti musí být založena jednak na obecných zásadách řízení rizik, a proto musí být mimo jiné přiměřená, nediskriminační a důsledná, a dále na srovnání přínosů a nákladů plynoucích z činnosti nebo nečinnosti a na zkoumání výsledků vědeckého vývoje. Vzhledem k výše uvedenému by se akce Společenství, pokud jde o řízení rizik za účelem splnění regulačních požadavků, měla zaměřit hlavně na níže popsané činnosti.

7.2.7 Zdokonalení znalostí základny a používaných metod

Rozbor provedený v rámci Evropské Unie, stejně tak jako obdobný rozbor provedený OECD ukazují, že je zapotřebí rychlého zdokonalení vědecké znalostní základny pro účely regulační činnosti. Výzkumné práce v Evropě probíhají jak na národní úrovni v jednotlivých členských zemích EU, tak na mezinárodní úrovni pod záštitou rámcových výzkumných programů v členských státech EU a ve Společném výzkumném středisku (Joint Research Centre v italském Ispra). Česká republika je zastoupena i v pracovní skupině k nanomateriálům v rámci OECD. Nutný je zejména výzkum v oblastech, o které se opírá posouzení rizika a řízení rizik, jako jsou podle Sdělení komise Evropských společenství KOM(2008) 366 následující:

a) Měřicí metody, referenční materiály a metody charakterizace materiálů

- Vývoj a validace spolehlivých metod pro stanovní relevantních vlastností nanočástic jako je velikost, tvar, specifický povrch a jeho chemické složení, dále pak velikostní rozdělení částic, jejich fyzikálně-chemické a biologické parametry v různých maticích a za rozdílných podmínek.
- Referenční materiály (včetně certifikovaných) pro podpoření vývoje, validace a zajištění kvality metod charakterizace a expozičních testů.
- Fyzikálně-chemická charakterizace nanomateriálů s ohledem na velikost částic, charakteristiku povrchu, chemické látky na něm, náboj částic, procesy aglomerace a rozpadu aglomerátů včetně charakterizace kinetiky, rozpustnosti, charakterizace explozivních vlastností směsí nanočástic se vzduchem atd.
- Výzkum zaměřený na vývoj jednotného systém názvosloví týkajícího se různých typů nanomateriálů

b) Testovací metody a referenční materiály týkající se lidského zdraví, bezpečnosti a životního prostředí

- Vytvoření přehledu a vyvinutí a ověření dalších potřebných standardizovaných testovacích metod testovacích postupů pro nanomateriály. Zvláštní pozornost by měla být věnována vývoji testovacích metod, které nevyužívají testy na zvířatech a srovnání testovacích metod in-vitro, in-vivo a in-silico a modelů pro testování nanomateriálů.
- Vytvoření přehledu existujících a v případě potřeby vývoj a validace nových metod pro zjišťování škodlivých účinků nanomateriálů na lidské zdraví. Tyto metody by měly zahrnovat akutní a chronickou toxicitu (orální, inhalační a dermální), toxikokinetiku, schopnost způsobovat zhoubné bujení, mutagenní účinky a účinky na reprodukci.
- Vytvoření přehledu existujících a v případě potřeby vývoj a validace nových metod pro zjišťování škodlivých účinků nanomateriálů na životní prostředí zahrnující ekotoxikologické testy, bioakumulaci, persistenci a jejich pravděpodobné dopady v životním prostředí.

c) Informace o expozici v průběhu celého životního cyklu nanomateriálů

- Využívání nanomateriálů a jejich trhy. Je třeba získat a v aktuální podobě udržovat informační bázi o specifických nanomateriálech, kterým mohou být vystavováni lidé a životní prostředí, hlavně se zaměřením na ty materiály, u kterých je předpoklad výroby ve velkém množství nebo u nichž je předpoklad, že jim lidé a životní prostředí budou exponováni ve velké míře.
- Zajistit vzorkování, měření a monitoring pro stanovení expozice a k dosažení možností verifikace jejího snižování ve vazbě na lidskou populaci a různé zranitelné biologické druhy. Vzorkovací, detekční a monitorovací techniky pro nanomateriály musí být robustní, harmonizované a spolehlivé, a to i pro rutinní použití. Tyto metody musí být také schopny rozlišit od pozadí do životního prostředí dodatečně vnesené uměle vyrobené nanomateriály.
- Identifikovat průmyslové a další sektory, kde se vyrábějí nebo používají nanomateriály, jimž jsou exponováni zaměstnanci, a soustřeďovat informace o pravděpodobném počtu těch, kteří s nimi pracují nebo jsou vystaveni jejich účinkům. Také je třeba soustřeďovat informace o tom, jaké metody řízení rizik byly pro tyto případy identifikovány a nakolik jsou úspěšné.

d) Rozvoj metod hodnocení rizik

- Zpracovat přehled existujících metod hodnocení rizik pro analýzu rizik v průběhu celého životního cyklu a zavést aplikaci a v případě potřeby zajistit nastavení nebo vývoj nových metod použitelných pro nanomateriály a jejich validaci.
- Vyřešení problémů souvisejících s hodnocením životního cyklu nanomateriálů včetně vývoje a validace nových metod
- Zvládnout problematiku stanovení osudu nanočástic ve vzduchu, ve vodě, v půdě a v biotě, včetně aplikace, nastavení a ověření existujících modelů a v případě potřeby vyvinout nové metody a modely související s bezpečností.

e) Management rizik

Pro účely ochrany pracovníků je třeba stanovit efektivitu okruhu prostředků managementu rizik jako jsou práce v uzavřeném prostoru, větrání, filtrační systémy používané ve ventilačních systémech, osobní ochranné pomůcky včetně osobních prostředků ochrany dýchacích cest a zraku.

Zásadní výzvou v této oblasti je nutnost provádění managementu rizik i v podmínkách, kdy ještě neznáme přesný charakter rizik, kterým budou pracovníci a prostřednictvím životního prostředí i ostatní lidé vystaveni. Stejně tak bude velmi obtížné sledovat a kvantifikovat expozici zaměstnanců i obyvatel nanočásticím a v případě životního prostředí určit jejich zdroj. Základní úkol tedy je, jak provádět management neznámých a nejistých rizik.

f) Vytváření sítí a aspekty související s výzkumnou infrastrukturou

Vývoj norem a zkušebních metod vyžaduje úzkou mezinárodní spolupráci, aby bylo zajištěno, že vědecké údaje mohou být srovnány na globální úrovni a že vědecké metody používané pro účely regulace budou harmonizovány. Hlavním fórem pro koordinaci činností na mezinárodní úrovni je pracovní skupina pro vyrobené nanomateriály OECD. Další činnosti probíhají rovněž v rámci Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO).

Bylo spuštěno velké množství různých akcí za účelem zdokonalení znalostní základny (viz pracovní dokument KOM(2007) 505 útvarů Komise a sdělení Komise s názvem „Nanověda a nanotechnologie: Akční plán pro Evropu na roky 2005–2009.“ První zpráva o provádění 2005–2007“).

Zlepšení provádění právních předpisů

Pracovní skupiny Komise a příslušné orgány a agentury, které jsou pověřeny koordinací provádění nařízení, budou muset průběžně prověřovat, zda je nutné podniknout další kroky, a pokud ano, jaké. Tyto činnosti budou zmíněny zejména v dokumentech na podporu provádění stávajících právních předpisů. Jedná se například o stanovení prahových hodnot, povolování látek a složek, označování nebezpečného odpadu, posílení postupů posuzování souladu změnou klasifikace, zavádění omezení pro uvádění chemických látek a přípravků na trh a pro jejich používání atd. Ve většině případů mohou být prováděcí právní předpisy přijaty postupem projednávání ve výborech.

Je rovněž nutné zpracovat dokumenty, jejichž použití bude dobrovolné, například regulativní pokyny, evropské nebo mezinárodní normy, pokyny vědeckých výborů atd. Jedna se např. o

technické pokyny na podporu směrnice Komise 93/67/EHS o posuzování rizik u nově oznámených látek a nařízení Komise č. 1488/94 o hodnocení rizik existujících látek; <http://ecb.jrc.it/tgd>, dále pak. EN ISO 14971:2000 Zdravotnické prostředky – Aplikace řízení rizika na zdravotnické prostředky (ISO 14971:2000) EN ISO 14971:2000/A1:2003. nebo. poznámky k pokynům Vědeckého výboru pro spotřební zboží pro zkoušení přísad v kosmetických přípravcích a hodnocení jejich bezpečnosti; 6. revize.

Zároveň je třeba se zabývat etickými otázkami, jak požaduje Evropská skupina pro etiku ve vědě a nových technologiích. Obdobně je požadováno stanovisko příslušných agentur, jako je Evropská agentura pro léčivé přípravky, Evropský úřad pro bezpečnost potravin, Evropská agentura pro chemické látky nebo Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

V pracovním dokumentu útvarů Komise jsou uvedeny kroky, které již byly v řadě oblastí podniknuty. Dalších opatření je zapotřebí zejména v oblasti provádění posouzení rizika. Příslušné pracovní skupiny Komise se proto vyzývají k tomu, aby reagovaly na stanoviska evropských vědeckých výborů týkající se posouzení rizika. Podobně byly evropské orgány pro normalizaci formálně pověřeny tím, aby ověřily stávající normy v tom smyslu, zda odpovídajícím způsobem zohledňují rizika v souvislosti s nanomateriály.

Zvláštní pozornost bude třeba věnovat produktům, které nepodléhají žádnému ověření před uvedením na trh. Bude třeba podpořit spolupráci jednotlivých orgánů, aby bylo zajištěno co nejlepší fungování dozoru nad trhem. Je nutné zorganizovat dialog se zúčastněnými stranami v konkrétních odvětvích, aby bylo jasné, co se očekává v oblasti plnění regulačních požadavků a jakým způsobem lze uskutečnit výměnu příslušných informací.

Na mezinárodní úrovni se rizika v souvislosti s nanotechnologiemi stala prioritou pro mezinárodní spolupráci v oblasti kosmetických přípravků, léčiv, chemických látek, bezpečnosti potravin a zdravotnických prostředků. Dokud nebudou přijaty specifitější prováděcí právní předpisy, normy nebo pokyny, budou se nadále pro každý jednotlivý případ používat stávající dokumenty na podporu provádění.

Informace pro uživatele

Právní předpisy Společenství nestanoví žádná zvláštní pravidla pro nanomateriály. I když nelze vyloučit, že by mohlo být nutné zavést zvláštní požadavky na označování, nanomateriály nicméně musí odpovídat stávajícím pravidlům stanoveným v právních předpisech Společenství, která se týkají označování produktů, upozornění pro spotřebitele a uživatele, pokud jde o vlastnosti produktů, návodu k použití nebo jakýchkoli dalších požadavků na informace.

Důležitá jsou rovněž ustanovení nařízení REACH o povinném šíření údajů o rizicích pro životní prostředí, bezpečnost a zdraví prostřednictvím bezpečnostních listů v obou směrech dodavatelského řetězce pro průmyslové uživatele a prostřednictvím internetu pro širokou veřejnost. Pro látky uváděné na trh v množství rovnajícím se nebo převyšujícím 10 tun

budou vypracovány zprávy o chemické bezpečnosti a Evropská agentura pro chemické látky zprovozní databázi sloužící ke zveřejnění údajů o chemických látkách, které nejsou důvěrné. Upozorňuje se také na ustanovení právních předpisů Společenství, jež stanoví právo na přístup k

informacím, pokud jde o programy, které slouží především k provádění právních předpisů o ochraně životního prostředí.

Povinnost poskytovat informace o použití nanomateriálů a nanotechnologií je třeba odlišit od tvrzení výrobců, pokud jde o přítomnost specifických vlastností, které jsou s použitím nanomateriálů a nanotechnologií spojovány. Pokud tato tvrzení nejsou oprávněná, lze použít ustanovení Společenství o lživé či klamavé reklamě, viz Směrnice 84/450/EHS ze dne 10. září 1984 o sblížování právních a správních předpisů členských států týkajících se klamavé reklamy.

7.2.8 Závěry

Nanomateriály a s nimi související nanotechnologie se dynamicky rozvíjejí a stávají se součástí pracovního procesu i každodenní spotřeby, nanomateriály se dostávají i do odpadů a životního a pracovního prostředí. Aby bylo zabráněno jejich potenciálním negativním dopadům, je vyvíjena řada aktivit jak v oblasti poznání jejich vlastností, tak při vývoji nových metod kontroly a ochrany a v regulačních a mechanismech včetně mechanismů legislativních.

Stávající právní předpisy se vztahují obecně na potenciální rizika, která mohou nanomateriály představovat pro zdraví, bezpečnost a životní prostředí. Za účelem posílení bezpečnosti, ochrany zdraví a životního prostředí je zapotřebí zejména zlepšit provádění stávajících právních předpisů. Komise a agentury EU proto především přezkoumají stávající dokumenty na podporu provádění, jako jsou prováděcí právní předpisy, normy a technické pokyny, ohledně toho, zda jsou použitelné a vhodné i pro nanomateriály. Měly by být prohloubeny poznatky o zásadních otázkách, jako je charakterizace nanomateriálů, nebezpečí s nimi spojená, expozice, posouzení rizika a řízení rizik. Jelikož se znalosti stávají rozhodujícím faktorem pro provádění a konečně i pro samotné právní předpisy, byly jako prioritní záležitost zahájeny cílené kroky v řadě oblastí a na různých úrovních, zejména v oblasti výzkumu a vývoje prostřednictvím šestého a sedmého rámcového programu a v rámci Společného výzkumného střediska Evropské komise. Tyto činnosti jsou koordinovány spolu s mezinárodními partnery a zúčastněnými stranami na příslušných fórech, jako jsou organizace OECD a ISO.

Pracovní skupiny Evropské Komise, které jsou pověřeny koordinací provádění právních předpisů, průběžně prověřují, zda je zapotřebí regulačních změn ve specifických oblastech, a přitom přihlížejí k průběžně získávaným informacím, které zaplňují přetrvávající mezery ve znalostech. Zohlední i práci, která již byla v této oblasti na vnitrostátní i mezinárodní úrovni provedena.

Orgány a agentury, které jsou pověřeny koordinací provádění právních předpisů, by měly nadále pozorně sledovat trh a v případě, že budou zjištěna rizika u produktů, které již byly uvedeny na trh, používat intervenční mechanismy pro trh Společenství.

Vzhledem k rozsáhlé probíhající iniciativě v oblasti nanotechnologií a nanomateriálů lze předpokládat, že změny související s vývojem v oblasti nanotechnologií budou doprovázeny také změnami v předpisech a tak lze doporučit všem producentům a uživatelům nanomateriálů, aby k problému bezpečnosti těchto nových technologií přistupovali proaktivně, dostatečně dbali na stávající legislativu a sledovali vývoj v oblasti nanotechnologií nejen po stránce technické, ale i po stránce legislativní. Pro subjekty zabývající se výzkumem v oblasti bezpečnosti je tato situace zároveň výzvou a příležitostí a je třeba zdůraznit, že komplexnost problematiky a její multidisciplinarita budou vyžadovat součinnost více subjektů zabývajících se nanobezpečností, což je příležitost i pro spolupráci v rámci platformy.

Nanotechnologie jsou jednou z nejrychleji a nejdynamičtěji se rozvíjejících disciplín a jako každá nová technologie, i tato obsahuje potenciální rizika. Nanomateriály, které jsou vyráběny pro své vlastnosti odlišné od klasických materiálů, vykazují odlišná chování také z hlediska bezpečnosti, například mohou procházet bariérami včetně kůže, sliznic nebo buněčných stěn, vyvolávají biologickou odezvu rozdílnou od větších částic stejného materiálu a není objasněn ani jejich celkový osud v životním prostředí. Některé nanomateriály se tak mohou stát novým typem hrozby pro zdraví člověka, pro pracovní a životní prostředí. Také fyzikálně-chemická a sociální nebezpečí vyplývající z nanotechnologií přinášejí nové druhy rizik včetně potenciální možnosti zneužití.

Z hlediska výzkumu je také významným faktorem vysoký stupeň nejistoty, se kterým je nezbytné pracovat v oblasti nano-bezpečnosti a vznikající debata o platnosti stávajících paradigmat.

Pracovní skupina bezpečnosti nanotechnologií sdružuje klíčová pracoviště CZ-TPIS, která se zabývají různými riziky souvisejícími s nanotechnologiemi a jejich managementem. Předmětem zájmu je jak základní, tak aplikovaný výzkum a jeho aplikace v konkrétních podmínkách ČR.

CZ-TIPS je aktivní i na mezinárodní úrovni a byla jedním z organizátorů High-Level Symposia on Nanotechnology Safety v listopadu 2011.

7.3 Cíle a priority výzkumu

Cíle a priority výzkumu vycházejí z rozboru uvedeného v předchozí části dokumentu a respektují potřeby identifikované při jednáních členů pracovní skupiny „Nanobezpečnost“ a ze závěrů High Level Symposia on Nanotechnology Safety, které Platforma spoluorganizovala v listopadu t.r. Závěry jsou v souladu také se závěry OECD Working Party on Nanotechnology a sdělení Komise evropských společenství [SEK(2008) 2036]. Klíčové priority z nich jsou následující:

Interakce mezi nanomateriály a živými organismy včetně vývoje nových testovacích metod

Tato oblast je klíčová pro celou sféru nanotechnologií a může se stát limitujícím prvkem dalšího rozvoje. Je prokázáno, že nanočástice mohou pronikat do živých organismů a je také prokázáno, že mají biologické účinky včetně účinků vysloveně negativních. Společnost také projevuje obavy, aby se v případě nanomateriálů nezopakovala situace s pesticidy nebo PCB, kdy se na jejich škodlivost přišlo až pozdě, po letech používání. Z hlediska platformy je důležité, aby byly začleněny subjekty s lékařským zázemím. Vývoj testovacích metod by měl být koordinován s experty zastupujícími ČR v OECD a v této oblasti už platforma zahájila diskusi s hlavním hygienikem ČR.

Zajímavou oblastí je také studium pozitivních účinků nanočástic, z pohledu perspektiv výzkumu v rámci platformy se jedná o radioprotektivitu derivátů fullerenu.

Techniky identifikace, kvantifikace a charakterizace nanočástic

Tak tato oblast je klíčová, protože zatím ve vědeckém světě nepanuje shoda, které vlastnosti jsou nositelem nebezpečnosti nebo alespoň jejím indikátorem, respektive se kterými vlastnostmi je nebezpečnost spojena. OECD v současnosti doporučuje sledovat více než deset parametrů, což je technicky jen těžko realizovatelné a charakterizace je tak obtížná.

Členové platformy se budou mimo jiné zaměřovat na charakterizaci částic nechtěně vznikajících v průmyslových procesech, například při brzdění, v metalurgii nebo při spalovacích procesech.

Životní cyklus nanomateriálů z hlediska rizik

Jedno ze základních, dosud ne dostatečně řešených možných rizik, je riziko související s osudem nanomateriálů v životním prostředí, a to včetně prostředí pracovního. Zde se naskytá několik možností, jak mohou nanomateriály (hlavně nanočástice), významná rizika vyvolat. Rozhodující jsou schopnost přetrvávat v životním prostředí, šířit se jím, kumulovat se v živých organismech nebo složkách životního prostředí (např. v sedimentech) neb se transformovat na škodlivější materiály. Zde je nezbytný rozvoj technik k identifikaci přítomnosti nanočástic a k jejich sledování v různých matricích obsažených v životním prostředí.

Expozice lidí vyráběným i neúmyslně vznikajícím nanočásticím včetně identifikace jejich zdrojů

Tato oblast je primárně spojena s transportem nanočástic v ovzduší, a to jak v pracovním prostředí, tak v životním prostředí z obecného hlediska. Zaměření bude opět na nanočástice, popřípadě další nanomateriály (např. nanovlákna) vznikající při spalování, v metalurgii, v brzdných procesech a při degradaci materiálů.

Principy předběžné opatrnosti u nanotechnologií a jejich uplatnění v managementu rizik

Problematika bezpečnosti nanotechnologií je spojena s jedním velmi výrazným fenoménem, a to se skutečností, že technologický rozvoj dramaticky předbíhá potřebný výzkum bezpečnosti a rizik. Chceme-li přesto zachovat dodržení principu předběžné opatrnosti a zabránit možným budoucím tragédiím obdobným těm, které byly vyvolány např. azbestem nebo pesticidy, je nezbytné vytvořit systém řízení bezpečnosti, který bude schopný se vyrovnat s velkou mírou nejistoty a s potenciálem dosud neznámých rizik. To bude mimo jiné vyžadovat i sledování expozice pracovníků setkávajících se s nanomateriály a další organizační opatření.

Jako zásadní se ukazuje i problematika komunikace rizik v oblasti nanobezpečnosti, tedy v oblasti, kde ještě nejsou jednoznačně identifikována a zhodnocena rizika.

Nestandardní rizika nanotechnologií a nanotechnologie proti rizikům

Vazba mezi nanotechnologiemi a riziky je složitější než jen toxické nebo ekotoxické účinky. Nanomateriály přinášejí také nová nebo modifikovaná fyzikální nebezpečí, mohou být nosičem CRBN materiálů nebo naopak sloužit k jejich identifikaci nebo ke snížení rizik jimi vyvolaných, například jako hasební prostředky či retardéry hoření nebo jako radioprotektivní agens.

Nanotechnologie mohou vyvolávat také nová společenská rizika související s etickými dopady jejich používání, například s nežádoucí ztrátou soukromí a únikem osobních informací nebo v širším kontextu změnami ve významu průmyslových odvětví a jejich geografickou lokalizací. To ohrožuje i rozvinuté ekonomiky, které mohou ztratit svá výsadní postavení. Na druhou stranu nanotechnologie nacházejí stále větší uplatnění v oblasti „security“ a také této oblasti se bude platforma věnovat.

8. Návrh na směřování výzkumu platformy v oblasti „security“

8.1 Úvod

Úvahy o bezpečnosti a z toho plynoucí praktická opatření a jednání jsou součástí lidské historie od raných počátků lidstva. Tyto úvahy vždy korespondovaly s dosaženou technologickou a materiální úrovní a s úrovní poznání. Úroveň bezpečnostní reflexe odpovídala svou úrovní společnosti jako celku. Základní funkcí státu jsou činnosti a opatření státu pro zachování a udržitelný rozvoj chráněných zájmů a území. Za chráněné zájmy či základní zájmy státu jsou považovány položky, které jsou státem prioritně ochraňovány a udržitelně rozvíjeny. Jedná se o životy, zdraví a bezpečí lidí, majetek, veřejné blaho, životní prostředí, technologie a infrastruktury.

Pokud se zaměříme na oblast bezpečí, lze konstatovat, že se jedná o stav systému, při kterém je přijatelná pravděpodobnost vzniku újmy na chráněných zájmech. Pro jejich identifikaci, zaměření, rozpracování správným směrem a pro implementaci výsledků jejich řešení se musí provádět důkladná analýza rizik existujících v tomto systému, tj. systému, který zahrnuje prostor pro život člověka a společnost a zahrnuje prvky, které jsou spojené s lidmi, částmi životního prostředí, částmi planety Země, majetek, technologie, infrastruktury a vazby a toky mezi těmito prvky.

Každá uvedená věcná oblast používá obecné a specifické pojmy. V některých případech dokonce některé pojmy používá jen v určitém významu, a proto je důležité na počátku každého systému nebo odvětví definovat tyto pojmy a vymežit jejich obsah, aby se usnadnila komunikace o vědeckých, technických, politických a dalších výstupech. Tato situace nastala rovněž v oblasti bezpečnosti, protože se výrazně rozšířil interval oborů, na něž se bezpečnost vztahuje z hlediska cíle vlád i občanů. Použitím jednoznačně definovaných pojmů je vhodné pro řízení bezpečnosti a jeho schopnosti poskytovat jednoznačnou interpretaci výsledků a možnost srovnávat výsledky navzájem.

Bezpečnostní věda se zabývá ohrožením a riziky pro existenci systému a naplňování jeho funkcí. Bezpečnostní věda rozpracovává obecnou teorii bezpečnosti systému, analyticky vyhledává rizika a zpracovává koncepce odstraňující či snižující bezpečnostní rizika systému. Systémem může být lidská civilizace, stát atd. Bezpečnost systému není identická s bezpečností jednotlivých prvků, které ho tvoří.

V mnoha oborech je význam slova bezpečnost propagován a vysvětlován z hlediska majoritního zaměření organizace, která o tomto fenoménu publikuje, či pořádá konference. Mnohdy tak jsou jiné přirozené segmenty bezpečnosti odsouvány na okraj, jako méně důležité. Přitom je zde přehlížen komplexní charakter bezpečnosti, kde nelze hovořit, že jedna část je důležitější než ta druhá, pouze s ohledem na to, jaká instituce a který manažer tuto oblast bezpečnostní vědy ekonomicky podporuje. To také odpovídá různým interpretacím bezpečnosti. Komplexnost bezpečnosti (angl. safety) vychází již z toho, že se jedná o soubor opatření k ochraně a rozvoji lidského systému, tj. k ochraně a rozvoji chráněných zájmů. Na to navazuje také bezpečí (angl. security), což je stavem lidského systému, při kterém je přijatelná pravděpodobnost vzniku újmy na chráněných zájmech.

8.2 Oblasti výzkumu podporované Radou pro Program bezpečnostního výzkumu ČR

Požadavkem pro bezpečnostní výzkum v ČR je identifikace, prevence, příprava a ochrana proti jednáním poškozujícím lidské bytosti, hmotné i nehmotné statky a infrastruktury a proti přirozeným nebo průmyslovým katastrofám. Cílem programu je dosažení takové znalostní, technické a technologické úrovně, která umožní orgánům státní správy plnit v rámci svěřené působnosti úkoly v oblasti vnitřní bezpečnosti a ochrany obyvatelstva České republiky návrh právních a organizačních opatření, nové metody a nástroje ke zvýšení bezpečnosti státu a jeho obyvatel; vyvinout moderní systém technických prostředků ke zvýšení účinnosti a efektivnosti procesů krizového řízení a ke zvýšení bezpečnosti kritických infrastruktur. Klíčové priority je bezpečnost občanů, bezpečnost kritických infrastruktur, krizový management, predikce a scénáře, situační připravenost (informovanost), identifikace lidí a prostředků, inovace, koordinace bezpečnostní výzkumné strategie a implementace mezi a členskými státy EU a relevantními institucemi a organizacemi. V souladu s § 21, odst. 4 zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací z veřejných prostředků v platném znění se připravuje vznik Rady pro Program bezpečnostního výzkumu České republiky v letech, která se v letech 2010 až 2015 zaměří na níže uvedené konkrétní oblasti bezpečnostního výzkumu. Tímto směrem lze očekávat směřování bezpečnostního výzkumu i s ohledem na finanční podporu státu u těchto aktivit:

Zvýšení bezpečnosti občanů s využitím nejnovějších technologií a poznatků v návaznosti na situaci v národní a mezinárodní bezpečnosti v tematických oblastech:

- boj proti terorismu,
- organizované kriminalitě a dalším závažným formám kriminality ohrožující bezpečnost státu,
- ochrana obyvatelstva, bezpečnost měst a obcí v případě živelných pohrom a provozních havárií, zejména zajištění funkčnosti objektů při kritických stavech a zajištění základních funkcí obcí s rozšířenou působností prostřednictvím místní kritické infrastruktury,
- ochrana proti kriminalitě, protispolečenskému chování a sociopatologickým jevům,
- identifikace osob (biometrická identifikace) a věcí, postupů kriminalistické praxe a vyšetřování trestné činnosti,
- využití fyzikálních, chemických a biologických prostředků v kriminalistice, technologie pro identifikaci a ověření, většinou spojena s forenzními a fyzickými přístupy,
- boj s kybernetickou kriminalitou a rozvoje on-line vyšetřování,
- snížení pravděpodobnosti šíření ručních zbraní a omezení podmínek pro šíření zbraní hromadného ničení a komponentů umožňujících jejich výrobu a vývoj,
- detekce chemických, biologických a radiologických látek, jaderných materiálů a výbušnin,
- socioekonomická a etická oblast bezpečnosti a doporučení pro jejich praktické využití,
- detekce anomálií v dopravě a tocích cestujících a návazná opatření,
- environmentální bezpečnost, zejména aktualizované a nové postupy stanovení rizik environmentální bezpečnosti a systému indikátorů časového varování v případech narůstajících konfliktů, potenciálně ohrožujících bezpečnost,
- vytvoření a zkvalitnění podmínek a podpory pro rozvoj metod, technologií a postupů pro podporu sdílení informací v oblasti bezpečnosti, zejména v oblasti identifikace osob aj.

Zkvalitnění identifikace, prevence a ochrany proti hrozbám ohrožujícím bezpečnost kritických infrastruktur, včetně zmírnění jejich důsledků v tematických oblastech:

- energetika – elektřina, plyn, tepelná energie, jaderná energie, ropa a ropné produkty,
- těžba nerostných surovin,
- vodní hospodářství - zásobování pitnou a užitkovou vodou, zabezpečení a správa objemu povrchových vod, podzemních zdrojů vody, systém odpadních vod,
- potravinářství a zemědělství - produkce potravin, péče o potraviny, zemědělská výroba,
- zdravotní péče – přednemocniční neodkladná péče, nemocniční péče, ochrana veřejného zdraví, výroba, skladování a distribuce léčiv a zdravotnických prostředků,
- doprava - silniční, železniční, letecká, vnitrozemská vodní,
- komunikační a informační systémy - služby pevných telekomunikačních sítí, služby mobilních telekomunikačních sítí, radiová komunikace a navigace, satelitní komunikace, televizní a radiové vysílání, přístup k internetu a datovým službám, poštovní a kurýrní služby,
- bankovní a finanční sektor - správa veřejných financí, bankovníctví, pojišťovnictví, kapitálový trh,
- nouzové služby – integrovaný záchranný systém (Hasičský záchranný sbor ČR, Policie ČR, Armáda ČR, Báňská záchranná služba), radiační monitorování včetně doporučení ochranných opatření, varovná a hlásná služba,
- veřejná správa - sociální ochrana a zaměstnanost, diplomacie, výkon justice a vězeňství, státní správa a samospráva,
- spojení mezi různými infrastrukturami,
- automatické identifikace podezřelého chování v kritických infrastrukturách,
- ochrana výzkumných organizací,
- chemický, jaderný a báňský průmysl, specifické průmyslové záležitosti,
- vytvoření scénářů predikujících vývoj bezpečnostní situace a možné alternativy postupů zajištění bezpečnosti občanů, jejich hodnocení a návrhy metodik, technologických kapacit s využitím infrastruktury aj.

Vytvoření a zkvalitnění technologií, technik, procesů, postupů a jejich aplikace do praxe směřující k efektivnímu krizovému managementu na národní i mezinárodní úrovni v tematických oblastech:

- hodnocení rizik a postupů v krizových situacích, zejména integrovaných systémů a integrovaných informačních souborů dat pro predikci, prevenci a řešení krizových stavů,
- eliminace a předcházení rizikového chování občanů a zvyšování osobní odpovědnosti za vlastní bezpečnost při krizových situacích,
- podpory rozhodování krizových manažerů, výměny zkušeností a informací z krizového řízení,
- činnosti složek Integrovaného záchranného systému ČR a programů výcviku pro tuto činnost,
- zlepšení komunikace a spolupráce složek Integrovaného záchranného systému ČR s podniky, civilními organizacemi a občany, zlepšení informovanosti občanů v problematice bezpečnosti,

- včasného varování občanů při živelných pohromách, provozních haváriích a teroristických útocích,
- nástrojů a výstroje příslušníků Integrovaného záchranného systému ČR pro zvýšení účinnosti jejich činnosti, ochrany jejich života a zdraví,
- zásahového tréninku, vzdělávacích a výcvikových koncepcí, metod, postupů a programů, zařízení a pomůcek pro přípravu a celoživotní vzdělávání příslušníků složek Integrovaného záchranného systému ČR a nástrojů pro hodnocení jejich účinnosti (evaluaci),
- civilně vojenské spolupráce a civilního nouzového plánování,
- aplikace nástrojů rizikového inženýrství pro řízení bezpečnosti aj.

Dlouhodobým, základním a strategickým cílem bezpečnostního výzkumu je dosažení takové znalostní, technické a technologické úrovně, která umožní ČR získávat, osvojovat si, udržovat a rozvíjet specifické schopnosti potřebné pro zajištění obrany a bezpečnosti státu a jeho obyvatel jako nutné podmínky trvale udržitelného rozvoje společnosti. Konkretizace tohoto cíle zahrnuje zejména:

- vypracování a aktualizace strategie reakce ČR na bezpečnostní situaci v Evropě charakterizované dynamickými změnami, zejména snížením hrozby vojenské agrese a růstem významu tzv. asymetrických hrozeb, jejichž negativní dopad na společnost neustále stoupá. Prioritou bude zaměření zejména na změny životního prostředí, demografického vývoje, ekonomického vývoje, surovinových a energetických zdrojů, společnosti a kultury, včetně vytváření rámce pro příslušný interdisciplinární vědní obor;
- rozvoj metod predikce a návazné zpracování scénářů s preferencí možných alternativ budoucího bezpečnostního vývoje v ČR a reakcí na ně;
- rozvoj klíčových schopností a technologií pro vojenské expediční operace;
- vypracování a aktualizace funkční strategie zajišťování vnitřní bezpečnosti země respektující vzájemné vazby mezi širokým spektrem politických, ekonomických a bezpečnostních nástrojů;
- specifikaci priorit ČR k vytváření systému vnitřní bezpečnosti EU;
- zvyšování bezpečnosti, posilování principů a zásad ochrany společnosti a kritických infrastruktur; snížení rizika útoků na objekty kritické infrastruktury a zvýšení jejich bezpečnosti se zaměřením zejména na oblast energetiky, vodního a odpadového hospodářství, zemědělství a potravinářství, zdravotnictví, dopravy, komunikačních a informačních systémů, bankovního a finančního sektoru, nouzových služeb a veřejné správy;
- rozvíjet distribuované systémy automatického řízení pro zajištění bezpečnosti komunikace, koordinace a kooperace mezi subsystemy;
- rozvíjet krizový management, s preferencí připravenosti, prevence, reakce a obnovy; včasného varování; civilně vojenské spolupráce a civilního nouzového plánování; komunikace s veřejností a moderních metod zásahového tréninku; informační aspekty monitorování a predikce;
- rozvíjet a aplikovat technologie umožňující automatizované získávání znalostí z velkého množství dostupných dat a jejich další využívání pro potřeby rozhodování, řízení a diagnostiky v širokém spektru obrany a bezpečnosti státu;
- zkvalitnit oblast správy dat o území s využitím nové generace geoinformačních systémů a účinně ji uplatnit ve prospěch bezpečnosti a obrany státu a jeho obyvatel;

- zvýšení akceschopnosti policie ČR v boji proti terorismu a organizované kriminalitě;
- zvýšení úrovně bezpečnosti měst a obcí v případě živelních pohrom, provozních havárií a v případě nežádoucích sociopatologických jevů;
- dosažení rovnováhy mezi zaváděním opatření na ochranu občanů a dodržováním listiny lidských práv a svobod;
- rozvoj technologií, metod a postupů pro zvyšování úrovně situační připravenosti s preferencí znalostí a technologií pro podporu sdílení informací, mezinárodní spolupráce v oblasti datových zdrojů, zpravodajského sledování a bezpečné a spolehlivé komunikace mezi bezpečnostními složkami;
- rozvoj technologií, metod a postupů pro zvýšení úrovně identifikace lidí a prostředků s preferencí moderních metod vzdělávání a výcviku; moderních metod utajení informací a biometrické identifikace;
- rozvoj metod, postupů a aplikace nových technologií pro zvýšení úrovně kybernetické bezpečnosti v oblasti systémů souvisejících s bezpečností a obranou státu a jeho obyvatel;
- rozvoj a optimalizace specifických metod, laboratorních technik, diagnostických testů a metodik pro zvýšení úrovně prostředků a služeb zabezpečujících ochranu osob, majetku a životního prostředí při krizových situacích, se zaměřením zejména na hodnocení radiační, chemické a biologické situace při použití chemických, biologických a radioaktivních látek, jaderných materiálů a výbušnin; detekci, charakterizaci a identifikaci;
- zvyšování účinnosti plánovacích, organizačních, kontrolních, technických, technologických a dalších postupů spojených se stabilitou hospodářské a finanční soustavy státu;
- zvyšování účinnosti opatření a postupů k optimalizaci stavu civilních zdrojů zajišťujících bezpečnost ČR zejména pak ve vztahu k novým potřebám a možnostem jejich saturace;
- zvyšování účinnosti, sjednocení a optimalizace základních struktur bezpečnostního plánování;
- zvyšování účinnosti opatření a postupů právní připravenosti pro zajištění bezpečnosti a obrany ČR.

Od počátku 21. století je ČR konfrontována s novými bezpečnostními hrozbami, jejichž dosah bude dále zesilovat. Jsou to především environmentální hrozby (pitná voda, potravinové zdroje apod.), živelní pohromy a technologické havárie, sociálně-ekonomické hrozby (extrémní chudoba, růst nacionalismu, fundamentalismu), terorismus, organizovaný zločin, potenciální rozšiřování zbraní hromadného ničení (zejména v rozvojových zemích), regionální konflikty, hrozby informační bezpečnosti a zranitelnost finančních trhů. Tyto hrozby, jejich případná eliminace, ale především předcházení jim, vyvolává nezbytnost specifické, důsledně koordinované výzkumné podpory jako nedílné součásti Bezpečnostního systému ČR.

Bezpečnostní systém ČR je chápán jako integrované propojení čtyř základních bezpečnostních subsystémů (vnitřní bezpečnost státu, civilní nouzové plánování, stabilita hospodářské a finanční soustavy státu, obrana a vnější bezpečnost státu). Za priority lze považovat:

- v subsystému vnitřní bezpečnosti státu zaměřením na problematiku nekontrolovatelné migrace osob, imigrační vlny, prudkého růstu kriminality, růstu organizované zločinnosti, terorismu (včetně kybernetického) vyhrocení politické, ekonomické nebo sociální situace ve státě, množících se útoků na ústavní zřízení, rasových, náboženských nebo občanských nepokojů;
- v subsystému civilního nouzového plánování zaměřením na plánování a řešení krizových situací spojených s ohrožením životů a zdraví obyvatelstva, na problematiku ničení

životního prostředí, majetkových a kulturních hodnot v souvislosti s ohrožením vnější nebo vnitřní bezpečnosti státu a dále na problematiku přírodních pohrom a antropogenních mimořádných událostí, zvládání krizových situací a na dlouhodobé řešení negativních dopadů ekonomické a sociální globalizace;

- v subsystému ochrany stability hospodářské a finanční soustavy státu zaměření na hrozbu rozsáhlých výpadků ve fungování hospodářství státu nebo jeho produkčních schopností, destabilizaci měny, nerespektování celních a devizových předpisů ve velkém rozsahu, hrozbu embarga na dovoz důležitých surovin;

v subsystému obrany a vnější bezpečnosti státu zaměření na problémy související s agresí nebo hrozbou agrese cizí moci, problémy související se vtažením nebo hrozbou vtažení ČR do lokálního či regionálního válečného konfliktu a důsledků účasti v mírových operacích mezinárodních organizací, nebo problémy, jež vyplývají z plnění smluvních závazků ve prospěch spojenců, které jsou spojené s nasazením bezpečnostních a záchranných sborů, civilních humanitárních a rozvojových misí.

8.3 Předpokládané směry bezpečnostního výzkumu plynoucího ze současných hrozeb

Bezpečnostní výzkum je multidisciplinární směr, ve kterém se může uplatnit celá řada vědních disciplín. Mezi významné obory z hlediska publikační a patentové aktivity lze zařadit například: toxiny, klasické výbušniny, jaderná fyzika, elektronická a IT bezpečnost, kryptologie, CBRN bezpečnost (např. infekce) a další.

S ohledem na charakter tohoto textu je zde zahrnut zejména segment bezpečnosti zabývající se hrozbami chráněným zájmům, což je míra výskytu útoku (tedy teroristického, extremistického, kriminálního, nebo vojenského) v daném místě a je určena schopností útočníka, zranitelností chráněných zájmů státu a úmyslem útočníka. Jako důsledek hrozby jsou čas od času v určitých místech jevy, které od určité velikosti působí ztráty, škody a újmy lidem a dalším chráněným zájmům, na nichž jsou lidé závislí a jejichž označení závisí na velikosti ztrát, škod a újmy na chráněných zájmech nebo na způsobu zvládnutí této situace.

V další textu bude tedy věnována pozornost možnostem a perspektivám toho segmentu bezpečnosti, který se zabývá „ochranou proti výskytu útoku“, tedy problematikou ochrany osob a majetku, která je z důvodu rozlišení v České republice odbornou veřejností nazývána také tzv. „security“ bezpečnosti. Toto označení v kontextu předchozího textu vyznívá sice nelogicky, ale jako rozlišovací název té části bezpečnosti, která se zabývá ochranou osob a majetku je akceptovatelný. Stejně tak jako je odbornou veřejností již po určitých diskusích akceptováno označení segmentu zabývajícího se technologickou bezpečností v průmyslu a je zjednodušeně nazývána pojmem „safety“ bezpečnost.

Problematika ochrany osob a majetku je u odborné veřejnosti dnes vnímána zcela seriózně, patří mezi oblasti Společného minima pro potřeby vzdělávání odborníků v oblasti bezpečnosti schváleného usnesením bezpečnostní radou našeho státu ze dne 3. července 2007 č. 32, jako minimum pro studijní obory v oblasti „bezpečnosti“ a nelze se již domnívat, jako v minulosti, že se jedná jen o hlídací, či policejní práci. Úkolem policisty není příprava a výzkum zabezpečovací a detekční techniky a tyto úkoly doprovázející pokrok zabezpečují technické a výzkumné společnosti v souladu s požadavky na ochranu průmyslu. Systémy ochrany podniku, osob a majetku patří v současné době k velmi důležitým prvkům bezpečnosti struktury každé organizace.

Míra ochrany osob a majetku je dána bezpečnostní politikou každé organizace reprezentovanou bezpečnostním managementem, který individuálně určuje úroveň a strategii klasické ochrany s mechanickými, elektrickými a elektronickými prvky a nástavbou s režimovou a fyzickou ochranou doplněnou o pojištění. K tomu patří kvalifikovaně identifikovat rizika zabezpečení podniku z hlediska procesních a strukturálních protiprávních rizik a vymezit nejdůležitějších ohrožení k určení míry jejich minimalizace. S tím souvisí také projekční a kapacitní bezpečnost podniku, ochrana utajovaných informací a v neposlední řadě zavádění nových bezpečnostních technologií včetně biometrické identifikace a verifikace. Na základě studia těchto poznatků a potřeb lze sestavovat nebo revidovat bezpečnostní dokumentaci podniků, tvořit vysoce účinné projekty bezpečnosti podniku a tím podstatně zvýšit úroveň jeho bezpečnostní ochrany před protiprávními činy jako integrálního celku bezpečnosti podniku.

Prostředkem dosažení optimální bezpečnosti je její řízení, které spočívá v plánování, organizování, přidělování pracovních úkolů a v kontrole využívání zdrojů organizace s cílem dosáhnout požadované úrovně bezpečnosti. Zvýšení bezpečnosti se dosáhne využíváním technických, právních, organizačních, vzdělávacích aj. ochranných opatření. Roli zde hraje také prevence, která je souborem opatření pro snížení pravděpodobnosti výskytu útoku a vzniku nouzové situace. Připravenost bezpečnostního managementu je podmíněna vypracováním příslušných scénářů odezvy; zajištění příslušných výkonných složek a jejich výcviku, pomůcek, osob, technických prostředků a financí pro realizaci příslušných scénářů odezvy; zajištění příslušného vzdělání a přípravy veřejné správy, občanů a dalších zúčastněných a jejich případného materiálně technického vybavení. Odezva výkonných složek se obvykle nazývá zásah a je pro potřeby zvládnutí situace rozdělena z pohledu sil a prostředků, jejich materiálního zabezpečení a dalších aspektů.

K zajištění komplexní bezpečnosti je nutné zajistit v organizaci vzájemnou propojenost jednotlivých složek, které působí současně. Pokud není bezpečná jediná složka, nelze tento nedostatek efektivně nahradit a systém považovat za bezpečný. Pokud například není dostatečně prováděna personální politika a na ni navazující personální bezpečnost, může selhání lidského faktoru uvnitř organizace překonat nákladnou zabezpečovací techniku, nebo dokonale zvládnutou bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Mezi prvky komplexní bezpečnosti patří proto také *personální bezpečnost*. Ta tvoří systém opatření, jehož cílem je, aby se s bezpečnostně významnými skutečnostmi seznámila jen a pouze příslušná fyzická osoba, která je nezbytně potřebuje k výkonu své činnosti a splňuje předpoklady pro její výkon. Součástí personální bezpečnosti jsou opatření zajišťující ochranu této osoby. Další složku tvoří *administrativní bezpečnost*. Jedná se o systém opatření, jehož cílem je ochrana významných skutečností a dokumentace při jejich tvorbě, příjmu, evidenci, zpracovávání, přepravě, ukládání, vyřazování, skartaci a archivaci, případně jiné manipulaci. Na ni navazuje *objektová bezpečnost*, kterou tvoří systém opatření s cílem zabránit nepovolané osobě v přístupu do uzavřených prostor, kde se vyskytují technická, technologická, administrativní a další neveřejná zařízení, mající vliv na bezpečnost objektu, nebo zabránit poškození, znehodnocení, zničení či jinému ohrožení těchto zařízení. *Technická bezpečnost* tvoří systém opatření k zabezpečení ochrany bezpečnostně významných informací technickými prostředky. Ke kvalifikované a pojišťovacími společnostmi akceptované ochraně musí být použity certifikované technické prostředky. Ostatní technické prostředky lze použít pouze doplňkově za podmínky, že jejich užitím nedojde ke snížení úrovně ochrany. *Bezpečnost informačních systémů* tvoří systém opatření k zajištění bezpečnosti v informačních systémech. Pro zajištění dálkového přenosu, ukládání a archivaci dat z důvodu eliminace neoprávněných zásahů vhodné je vhodné použít *kryptografickou ochranu*. Komplexní ochrana je dotvářena kombinací *klasické ochrany*

objektu v širším pojetí, což představují zdi, střechy, podlahy okna a dveře. V užším pojetí se jedná o mechanické zábranné prostředky, například bezpečnostní uzamykací systémy, mříže, bezpečnostní folie, bezpečnostní tvrzená a vrstvená skla, trezory, bezpečnostní schránky. Dalším prvkem je *technická ochrana*, která v zabezpečovacím systému podporuje ochranu klasickou a maximálně zefektivňuje ochranu fyzickou. Technickou ochranu reprezentují elektronická zařízení a prostředky, prostřednictvím kterých lze chránit daný objekt. Jde zejména o elektrické zabezpečovací systémy, kamerové monitorovací systémy, elektrickou požární signalizaci, prostředky ochrany dat a informací, pult centralizované ochrany, technické prostředky individuální ochrany atd.

Technickou ochranu lze rozdělit na technické prostředky určené pro ochranu před úmyslným útokem pachatele. Jedná se především o klasické bezpečnostní technické prostředky jako mechanické zábranné prostředky, elektrické zabezpečovací systémy, kamerové systémy, zbraně apod. Dále na technické prostředky určené pro ochranu před živelnými událostmi. Jedná se především o detekční zařízení, jehož smyslem je včasná signalizace vzniklého nebo hrozícího nebezpečí, patří sem především elektrická požární signalizace, ale i ochranné protipožární oděvy, hromosvody apod., Známe také technické prostředky určené pro ochranu před provozními haváriemi. Jde o různá detekční a monitorovací zařízení ke včasnému zjištění závad a provozních havárií, např. různé detektory úniků plynu atd. V neposlední řadě se jedná o technické prostředky určené pro ochranu před neúmyslným opomenutím. Jedná se především o různé druhy signalizace, na které musí obsluha zařízení reagovat v určitém časovém intervalu a určitým způsobem. Pokud tak neučiní, systém je samočinně vypnut, nebo se zapojí zabezpečovací zařízení apod.

Technická ochrana osob a majetku člení ochranný systém na několik částí, u kterých je nutné zachovávat vzájemnou zpětnou vazbu a kontrolu. Technickou ochranu také rozdělujeme na obvodovou, plášťovou, prostorovou a předmětovou ochranu. *Obvodová ochrana (perimetrická)* je vymezena obvodem objektu, který většinou tvoří jeho katastrální hranice. Prostředky obvodové ochrany signalizují narušení obvodu podniku. U systémů s dálkovou signalizací jde o telefonní nebo radiové vyhodnocení poplachu do místa obsluhy s technickým komfortem (záznam historie událostí, grafické zobrazení napadeného objektu) s návazností na zákrok zásahové skupiny. *Plášťová ochrana* je vymezena pláštěm objektu. Technické prostředky plášťové ochrany signalizují jeho narušení. *Prostorovou ochranou* se rozumí ochrana místností, chodeb a prostorů podniku. Technické prostředky signalizují nebo znesnadňují narušení chráněného prostoru. *Předmětová ochrana* zabraňuje napadení nebo manipulaci s chráněnými předměty, například trezory. Při nízkých rizicích se používají systémy s lokální signalizací, kde napadení signalizuje elektronické zařízení pomocí sirény nebo světelné signalizace v bezprostředním okolí objektu. Autonomní dálkové systémy mají signalizaci elektronického zařízení vyvedenu u dozorčího služby, která reaguje na poplachový signál například vysláním fyzické ochrany.

Systém ochrany perimetru musí obsahovat analytickou a návrhovou část. Analytická část zahrnuje hodnotovou analýzu, bezpečnostní analýzu, analýzu areálu a analýzu perimetru. V analýze perimetru je potřebné postihnout tvar obvodu podniku, kdy se jedná většinou o obvod ve tvaru nepravidelného mnohoúhelníku. Vhodné je strany mnohoúhelníku minimalizovat, zejména krátké úseky, ideální jsou přímé části. Posuzuje se výšková a horizontální členitost, terén a druh půdy v okolí (pro případ využití zemních kabelů), přechody hranic inženýrských sítí (jsou považovány za kritické). Musí být zajištěn volný koridor po obou stranách hranice areálu a zajištěny přístupové cesty od centra ochrany k jakémukoliv místu perimetru. Analýza zahrnuje také charakteristiku vnitřních provozoven, jejich rozmístění a charakteristiku a vedení sítí. Při rozmístování detekčních

prvků je nutno věnovat pozornost určení místa první detekce narušení objektu pachatelem. Tato místa mají být vybrána podle času nutného k dojezdu fyzické ochrany a času průniku pachatele. Je-li k dispozici časová rezerva, je možné umístit detektory tak, aby reagovaly na průnik pachatele bezprostředně po překonání první mechanické zábrany. Vyloučí se tak vliv nahodilých podnětů, které jsou hodnoceny jako falešné poplachy, jež nepříznivě působí na bdělost pracovníků fyzické ochrany.

Velmi důležitá je oblast krizové komunikace. Jedná se zde o předem nebo operativně připravený dialog řídicích pracovníků s okolím, ve kterém se veřejnosti sdělují potřebné, předem dojednané informace, záměry a plány postupu při zvládnání události. Jde o interakci mezi subjekty, kterými jsou orgány státní správy a samosprávy, právnické a podnikající fyzické osoby, záchranné a zásahové složky, veřejnost a média. Oblast krizové komunikace se vnímá z technického hlediska, jež se zaměřuje na záležitosti tvorby komunikačního prostředí a tvorbu i předávání informací veřejných.

Proces krizové komunikace lze rozdělit do fází. V každé fázi je krizová komunikace samostatnou oblastí, ve které musí specializované pracoviště vytvářet informace a zajišťovat informační toky. Ve *fázi prevence* se bude především jednat o tvorbu informací o připravovaných opatřeních, o úkolech v nejbližším období, popř. způsob koordinace materiální nebo humanitární pomoci a prověřování jednotlivých komunikačních kanálů. Tedy převážně o zprávy informačního charakteru. Cílovou skupinou jsou občané a přenos se uskutečňuje prostřednictvím novinářů, reportérů a zpravodajů, kteří budou s informacemi pracovat. Do komunikační strategie v rámci této fáze může být zařazen průzkum veřejného mínění (anonymní anketa), prováděný za účelem zjištění reálného stavu vědomí obyvatelstva o hrozbách. Na základě průzkumu lze vypracovat informační leták vyjasňující sporné otázky. Výsledkem může být pořad v interním zpravodajském okruhu, nebo lokálním podnikovém rozhlasu, televizi anebo jako součást reklamního tisku. *Fáze záchrany* využívá připraveného systému ke krizové komunikaci a přenáší informace směrem od bezpečnostního managementu. Jedná se o informace typu nařízení, doporučení a varování. Je to fáze přípravy a distribuce tísňových informací. Obsahem těchto zpráv budou informace o situaci, postup a metodika aktivit apod. Lze využívat také relace prostřednictvím amplionů tzv. elektronických sirén, které jsou díky své hustotě nejrozšířenější a zřetelně přenášejí i mluvené slovo. Ve *fázi odstraňování následků* se bude především jednat o informace postihující aktuální stav postiženého podniku, využitelné techniky a lidských a informačních zdrojů. V *poslední fázi* se pak jedná o informace týkající se možností využití zdrojů, prostředků a další techniky.

Z hlediska komunikační strategie je průnik informace z jedné části státu do druhé pomocí mobilních telefonů dvakrát rychlejší než rozšíření informací prostřednictvím medií. Ne každý sleduje rozhlas a televizi, ale příchozí textové zprávy kontroluje většina vlastníků mobilních telefonů. Průnik informací běžnými médii, tzv. vertikálním směrem, je v současnosti překonán šířením informací prostřednictvím internetu a mobilních zpráv, tzv. směrem horizontálním (geometrická řada). Mobilní komunikace lze využít také k informovanosti občanů v rámci komunikační strategie.

Do popředí se v dnešní době dostávají Prostředky pro pozorování, Technické prostředky proti aktivnímu a pasivnímu odposlechu, Systémy kontroly vstupu. Pouze kombinací všech prvků je možno vytvořit efektivní zabezpečení.

Bližší specifikaci shora uvedených oblastí a jejich rozvedením lze vytvořit základnu pro naznačení možnosti směřování dalšího rozvoje v oblasti vědy a techniky do budoucna v konkrétním segmentu bezpečnosti, tedy v oboru ochrany osob a majetku.

Na základě shora uvedené úvahy lze stanovit základní výčet oblastí rozvoje výzkumu a vědy z oblasti tzv. security bezpečnosti. Jedná se tedy zejména:

- A. Detekční systémy na CBRNE látky (chemické, biologické, radiační a jaderné a explozivní). Detekční kontrolou je myšlena kontrola s pomocí aplikace technických nebo jiných prostředků, které mají za úkol odhalit nebezpečné předměty, kterých je možno použít pro spáchání protiprávního činu. Vývoj nových detekčních systémů a vyššími reakčními časy a citlivostí. Současné detektory svými reakčními časy a vysokou cenou neodpovídají vždy potřebám. Jako příklad lze uvést logistické firmy, letiště a další organizace zabývajícími se dopravou osob, nebo předmětů. Pokud vezmeme v úvahu například letiště v České republice, tak průběžným detektorem na radiační záření je vybaveno pouze jedno letiště, nepřetržitě pracující detektory chemických, nebo biologických látek není instalován v ČR na žádném letišti. Reakční časy současných dostupných biologických detektorů neodpovídají kapacitním a provozním potřebám letiště a proto nejsou ornamentně nasazovány. K detekci infekčních onemocnění se využívá termokamery, které jsou však vyrobeny k jiným účelům, atd.
- B. Projekční a kapacitní hledisko při projekci nových objektů s ohledem na bezpečnost podniku (bezpečnostní vzdálenosti, labyrintové systémy vstupu do chráněných oblastí atd.). K ochraně osob, majetku a informací zvláštního významu lze využít i stavební a projekční úpravy objektu organizací, labyrintové uspořádání chodeb, díky kterému lze včas zadokumentovat špatný úmysl návštěvníka a v systému chodeb jej zachytit, také únik pachatele ven je ztížen a zmožní jeho záchyt. Je nutné posilovat v době kapacitních špiček systémy ostrahy a dodržovat projekčně bezpečnostní vzdálenosti (zpracovat metodiky stanovení bezpečných vzdáleností), tak, aby příhodná exploze neohrozila více klíčových míst v objektu a nevyřadila celou organizaci.
- C. Zvyšování bezpečnosti ochrany utajovaných informací v souvislosti s vývojem vyšších stupňů certifikovaných bezpečnostních zařízení a technologií. V souladu se Zákonem č. 412/2005 Sb. o ochraně utajovaných informací a o bezpečnostní způsobilosti, ve znění pozdějších předpisů je nutné zdokonalovat systémy technické ochrany a zajistit tuto prostřednictvím certifikovaných zařízení. Vývoj nových certifikovaných zařízení k ochraně utajovaných informací z technologické základny v ČR. Souvisí také s vývojem identifikačních a verifikačních systémů, například biometrických.
- D. Vývoj a zavádění nových bezpečnostních technologií přístupových systémů, zejména celého spektra možností biometrické identifikace a verifikace. Biometrie zkoumá znaky získané geneticky (genotypické), znaky získané ve vývoji embrya (randotypické) a znaky chování získané učením (behaviorální). Rozvíjí se technologie zaměřené na Geometrii ruky, Krevní řečiště žil zápěstí a dlaně, geometrie tváře, behaviometriku, biometrii ucha (boltec a zvukový kanálek). Dále spektroskopii kůže, jejíž vrstvy mají odlišnou tloušťku a vlnová délka světla se láme a odráží v jiné vrstvě pokožky, vrásnění článků prstů a kloubů prstů, tvarů článku prstu a pěstí (35 parametrů), plantogramu vnitřní stavby chodidla (kombinace 38 rozměrů), biometrických vlastností zubů a čelisti, pachů (30 chemických sloučenin

vytváří profil osoby), podélného rýhování nehtů (k identifikaci je využito keratinu v prostoru mezi nehtem a nehtovým lůžkem). Dále například morfometrické vztahy v geometrii ušního boltce, otisk a rozložení teploty na ušním boltci, DNA, porometrie (vzhledu a lokalizace kožních pórů)

- E. Technologie typování a profilování špatného úmyslu potenciálních nositelů hrozeb, resp. útoku na chráněný zájem. Jedná se o vývoj bezkontaktních zařízení umožňující senzory zjistit zlý úmysl osoby vůči svému okolí, tedy například případného teroristy nastupujícího do letadla. Systém například registruje neverbální projevy těla okem nepostižitelných, jakými jsou tělesná teplota, srdeční tep či rytmus dýchání a skenování kontrakce obličejových svalů v reálném čase, následuje rozbor tělesného pachu a pohyby těla a oči. Pokud zjistí, že jsou mimo normál, bezpečnostní služba může povolat dotyčného k pohovoru.
- F. Vývoj nových a zdokonalování stávající výzbroje a technických pomůcek využívaných pracovníky bezpečnostních služeb při realizaci příslušných scénářů odezvy na útok. Jako příklad lze uvést segment tzv. inteligentních oděvů, které učiní elektroniku „oblékatelnou“ (wearable), tzn., že jednotlivé funkční moduly budoucích elektronických systémů budou integrovány na různých místech do oděvu a přímo na těle se propojí do konkrétních komunikačních, počítačových a senzorových sítí. Lze tak rozeznat oprávněnou osobu k manipulaci se zařízením, průběžně sledovat zdravotní funkce záchranáře při manipulaci v nebezpečném prostředí atd.
- G. Vývoj a výzkum nových bezpečnostních technologií ke zvýšení objektové bezpečnosti, tedy technických systémů zabraňujících nepovolané osobě v přístupu do uzavřených prostor, kde se vyskytují technická, technologická, administrativní a další neveřejná zařízení. Zvyšování odolnosti mechanických zábranných prostředků, elektrické zabezpečovací systémy (seizmické systémy, mikrovlnná a IR čidla), kamerové systémy a současné snižování možnosti jejich dostupnosti. Lze zde například uvést nové prostředky pro pozorování pro přímé vnější sledování, nebo sledování perimetrické (ve viditelné oblasti) s využitím dalekohledů. Za ztížené viditelnosti je využito noktovizorů zesilujících zbytkové osvětlení, infravizorů milivize a termovizí zobrazujících tepelné záření emitované objekty pozorované scény. Jednou z nejdůležitějších směrů výzkumu je zdokonalování systémů průmyslové televize (CCTV). Při narušení střeženého prostoru lze nastavit snímání z kamery v místě poplachového hlášení a sledovat činnost pachatele včetně akustického přenosu. V případě, že je kamera vybavena funkcí ZOOM, lze této funkce využít pro individuální identifikaci narušitele (obličej, státní poznávací značka atd.) K ochraně objektů patří také zabránění úniku informací o bezpečnostním systému organizace pomocí skrytých mikrofonů (směrové, linkové, radiové), snímáním vibrací (laser, mikrovlnné záření), nasazením záznamového zařízení a optické techniky (dalekohledy, kamery), odposlechem linkových a radiových prostředků atd. Pro aktivní ochranu prostoru se využívá generátor šumu s akustickými měniči. Je nutné zdokonalovat techniku využívající šumu, který obsahuje všechny frekvence hovorového spektra. Tuto směs frekvencí je pak třeba aktivovat v chráněné místnosti a jejím obvodovém zdivu. Ke kontrole proti odposlechu je možné využít paměťový analyzátor, který dokáže při využití výsledků komplexní prohlídky s velikou účinností zaregistrovat nový zdroj elektromagnetické energie, mikrofon v pulsním i digitálním režimu. Při kontrole vstupů a výstupů v rámci režimové ochrany je nutné zabezpečený objekt chránit před neoprávněným vniknutím. Vedle fyzické ostrahy se využívá technická kontrola vstupu, kde

osoba nese prvek, který jí umožňuje vstup (biometrie, karta na principu kódů, čipu, magnetická karta), nebo znalost kódu vstupu. Díky zabudovanému mikroprocesoru mají karty schopnost uložení dat (digitální podpis, biometrické znaky, fotografie apod.). Přístupové karty lze využít také pro zaznamenání pohybu v budově. Pomocí karty je stanovena rovněž hierarchie přístupu osob do jednotlivých místností objektu. Výše uvedené lze kombinovat s identifikátorem parametru obličeje, pracujícího na základě 3D snímání obličeje. Zařízení promítne infračervenou síť na hlavu identifikované osoby, kamera sejmě zakřivení a přenesení je do počítače, ten vytvoří model hlavy, podle něhož lze osobu identifikovat. Kamera přístroje může v budoucnu snímat veřejné místo a porovnávat tváře chodců s databází osob hledaných (ochrana osobních dat!).

- H. Vývoj a výzkum technických prostředků určených pro ochranu před živelními událostmi. Jedná se o zařízení včasné signalizace vzniklého nebo hrozícího nebezpečí, patří sem především nové prvky elektrické signalizace, ale i prvky signalizující živelné pohromy.
- I. Vývoj a výzkum monitorovacích technických prostředků určených ke včasnému zjištění narušení obvyklého stavu, závad a provozních havárií, např. různé detektory pohybu, úniků plynu atd. V neposlední řadě se jedná o technické prostředky určené pro ochranu před neúmyslným opomenutím.
- J. Detekce nelegální manipulace a pohybu v chráněném pásmu prostřednictvím radarových systémů. Jako jeden z mnoha příkladů lze uvést infračervený senzorový systém, který je souborem prvků optické soustavy a elektronického hardwaru, jež je konstrukčně sloučen s infračerveným detektorem. Optická soustava odráží a zaměřuje kontrastní vyzařování objektu na pozadí (Země) na citlivou plošku detektoru. Výsledkem jsou elektrické signály, generované každým pixelem citlivé plochy. K transformaci analogových napěťových signálů na obraz zabezpečují speciální signálové procesory, které bývají nedílnou součástí obrazového počítače. Ten vyhodnocuje, jaký charakteristický signál detektor přijal. Používány jsou dva druhy senzorových systémů – stabilní a snímací. Stabilní jsou zaměřeny do stále stejného místa a vyhodnocují změny infračerveného vyzařování v čase. Jejich výhodou je, že dokáží vyhodnotit i ty nejmenší a ty nejrychlejší změny v zorném poli. Zato však s ohledem na poškození požadované plochy vyžadují relativně velkoplošné soustavy detektorů. Lze využít k ochraně perimetru bez použití mechanických zábranných systémů.
- K. Identifikace a diagnostika možných mimořádných událostí v bezpečnosti. Nové systémy modelování metod a postupů pro vypořádání s riziky a případové studie sloužící k demonstraci následků. Například modelování evakuace, modelování toxikologických mraků a možnosti jejich zachytu. Modelování nebezpečného okruhu u explozivních látek. Jako další příklad lze také uvést vývoj kalendářů teroristů a extrémistů, jejich významných dnů a typických rozpoznávacích označení a jejich zařazení do bezpečnostních systémů k identifikaci těchto osob v chráněných prostorech, popřípadě k zamezení nevhodného chování bezpečnostních pracovníků k těmto osobám z důvodu neznalosti např. náboženských svátků skupin občanů v rámci platných zákonů.

Ochrana kritické infrastruktury

Zvláštní důraz v oblasti „Security“ by měl být věnován otázkám ochrany kritické infrastruktury. Proto je v dalším textu toto směřování výzkumu podrobněji popsáno.

V České republice se nejčastěji uvádí následující definice kritické infrastruktury:

kritickou infrastrukturou se rozumí výrobní i nevýrobní systémy, jejichž nefunkčnost by měla vážné dopady na bezpečnost, ekonomiku a zachování nezbytného rozsahu dalších základních funkcí státu při krizových situacích.

Pojem kritická infrastruktura je definován v několika směrnicích Evropské unie. Ve Směrnici Rady o určování a označování evropské kritické infrastruktury a o posouzení potřeby zvýšit její ochranu se rozumí:

- a) „kritickou infrastrukturou“ takový majetek nebo jeho části, které jsou nezbytné pro udržení kritických úkolů společnosti, včetně dodavatelského řetězce, zdravotnictví, bezpečnosti, hospodářského či sociálního blahobytu občanů;
- b) „evropskou kritickou infrastrukturou“ kritická infrastruktura, jejíž narušení nebo zničení by mělo vážný dopad na dva či více členských států nebo na jeden členský stát, jeli kritická infrastruktura umístěna v jiném členském státě. To se vztahuje i na účinky způsobené závislostmi napříč odvětvími na jiných typech infrastruktury.

Ve sdělení Komise Radě a Evropskému parlamentu Ochrana kritické infrastruktury při boji proti terorismu (KOM (2004) 702) uvádí na otázku „Co je kritická infrastruktura“ následující:

Kritické infrastruktury se skládají z hmotných zařízení a zařízení informační technologie, sítí, služeb a majetku, jejichž narušení nebo zničení by mělo vážný dopad na zdraví, bezpečnost, zabezpečení nebo hospodářský blahobyt občanů nebo efektivní fungování vlád v členských státech. Kritické infrastruktury se vyskytují v mnoha různých odvětvích hospodářství, včetně bankovníctví a finančnictví, dopravy a distribuce, energetiky, podniků veřejných služeb, zdravotnictví, dodávek potravin, komunikací a klíčových vládních služeb. Některé důležité prvky v těchto odvětvích nejsou „infrastruktura“ v pravém slova smyslu, nýbrž sítě nebo dodavatelské řetězce, které podporují dodávky důležitých výrobků nebo služeb. Například dodávky potravin nebo vody do našich hlavních městských oblastí závisí na některých klíčových zařízeních, ale také na komplexní síti producentů, zpracovatelů, výrobců, distributorů a maloobchodníků.

Mezi kritické infrastruktury patří:

- Energetická zařízení a sítě (např. elektrická energie, produkce ropy a plynu, skladová zařízení a rafinérie, přenosové a distribuční systémy)
- Komunikační a informační technologie (např. telekomunikace, vysílací systémy, software, hardware a sítě včetně Internetu)
 - Finančnictví (např. bankovníctví, cenné papíry a investice)
 - Zdravotnictví (např. nemocnice, zdravotnická zařízení a krevní banky, laboratoře a léčiva, pátrací a záchranné služby, pohotovostní služby)
 - Potravinářství (např. bezpečnost, výrobní prostředky, velkoobchodní distribuce a potravinářský průmysl)

- Vodní hospodářství (např. přehrady, skladování, úprava a sítě)
- Doprava (např. letiště, přístavy, intermodální zařízení, železniční sítě a sítě veřejné hromadné dopravy, dopravní řídicí systémy)
- Výroba, skladování a přeprava nebezpečných výrobků (např. chemických, biologických, radiologických a jaderných materiálů)
- Vláda (např. kritické služby, zařízení, informační sítě, majetek a klíčová státní místa a památky)

Je zapotřebí zkoumat kritéria pro určení faktorů, které způsobují, že určitá infrastruktura nebo prvek infrastruktury jsou kritické. Tato kritéria výběru by měla být rovněž založena na odvětvových a kolektivních odborných poznatcích. Pro určení potenciální kritické infrastruktury lze navrhnout tři faktory:

- Rozsah – ztráta prvku kritické infrastruktury se hodnotí podle velikosti zeměpisné oblasti, která by mohla být jeho ztrátou nebo nedostupností postižena – mezinárodní, vnitrostátní, oblastní/teritoriální nebo místní.

- Závažnost – stupeň dopadu nebo ztráty může být hodnocen jako žádný, minimální, mírný nebo velký. Mezi kritéria, která lze pro hodnocení velikosti použít, patří:

- veřejný dopad (počet dotčených obyvatel, ztráty na životech, onemocnění, vážné zranění, evakuace),
- hospodářský dopad (vliv na HDP, závažnost hospodářské ztráty a/nebo zhoršení kvality výrobků nebo služeb),
- životní prostředí (dopad na veřejnost a okolní oblast),
- vzájemná závislost (mezi jinými prvky kritické infrastruktury),
- politický dopad (důvěra ve schopnost vlády).

- Vliv času – toto kritérium zjišťuje, kdy by mohla mít ztráta prvku vážný dopad (tj. okamžitě, za 24 – 48 hodin, za týden, jindy).

V mnoha případech však mohou být jinak zanedbatelné události vystupňovány psychologickými účinky.

V Zelené knize o evropském programu na ochranu kritické infrastruktury se uvádí:

Kritická infrastruktura může být poškozena, zničena nebo narušena úmyslnými teroristickými činy, přírodními pohromami, nedbalostí, nehodami nebo počítačovým hackerstvím, trestnou činností a chováním se zlým úmyslem.

V souladu se zaměřením platformy na bezpečnost průmyslu lze charakterizovat 3 základní typy zranitelnosti průmyslových podniků, především chemického průmyslu:

- zneužití chemických látek v podniku pro přímé ohrožení osob nebo životního prostředí (vyvolání závažné havárie),
- odcizení nebezpečných látek a jejich použití na jiném místě,
- přerušování výroby s cílem nedostatku výrobků na trhu.

Dále je potřeba věnovat se rovněž otázkám vzájemných vazeb mezi jednotlivými prvky kritické infrastruktury, konkrétně mezi chemickým průmyslem a přepravou. Vzájemné závislosti vyplývají z možných scénářů:

- v případě narušení přepravy je ohroženo zásobování chemického průmyslu a distribuce výrobků,
- v případě narušení chemického průmyslu (především petrochemického průmyslu) jsou ohroženy dodávky pohonných hmot a tím možnost přerušit dopravu.

8.4 Závěr k oblasti security

Jednou ze základních úloh státu je garance bezpečnosti občanů a vytváření podmínek k výraznému omezení bezpečnostních hrozeb. Vzrůstá i význam ekonomického rozvoje státu, jeho sociální stability, zajišťování rozvoje demokracie a ochrany lidských práv.

Úroveň bezpečnosti ČR a jejich občanů závisí tedy na schopnosti státu dosahovat takové poznatkové technické a technologické úrovně, která umožní získat, osvojovat si a rozvíjet k tomu potřebné specifické schopnosti. Bude rovněž záviset na schopnosti ČR rozvíjet své priority v rámci bezpečnostních struktur demokratických států a adekvátním způsobem reagovat na stále se zvyšující konkurenční tlaky v globalizujícím se světě. Bezpečnostní výzvy, kterým budeme čelit, budou stále složitější a naše schopnost se s nimi vyrovnat bude podstatně ovlivněna promyšleností našich přístupů ve využívání možností a příležitostí, které bude nabízet bezpečnostní a obranný výzkum a vývoj ČR.

Bezpečnostní a obranný výzkum v ČR musí proto přinášet nové poznatky, výrobky, technologie a služby, které budou zvyšovat připravenost státu na prevenci a reakci proti hrozbám a na likvidaci jejich důsledků. Musí být vnímán jako systémové integrované řešení specifické výzkumné podpory a nedílná součást bezpečnostního systému státu a jeho bezpečnostní politiky. Prioritou zaměření Vědy a výzkumu bude minimalizace bezpečnostních hrozeb a jejich následků vyplývajících zejména z možných změn v oblasti životního prostředí, demografického vývoje, ekonomického vývoje, surovinových a energetických zdrojů, vědy a technologického vývoje, kybernetické bezpečnosti, terorismu a organizovaného zločinu.

Uživatelé výsledků Vědy a výzkumu v oblasti bezpečnosti a obrany budou instituce státní správy a samosprávy, prvky Bezpečnostního systému ČR, bezpečnostní složky a podnikatelské subjekty působící v oblasti zajišťování bezpečnosti a obrany, odborná veřejnost a z pohledu sebeochrany i obyvatelstvo ČR. Měřítkem úspěšnosti programů a projektů bezpečnostního a obranného výzkumu musí být i uplatnění jejich výsledků na trhu výrobků, technologií, služeb a znalostí.

9. Závěr

Strategická výzkumná agenda naplňuje základní činnosti České technologické platformy bezpečnosti průmyslu ke splnění cílů v rámci projektu „Podpora rozvoje bezpečnosti průmyslu v ČR“ č. 5. 1. SPTP01/002, z programu OPPI, Spolupráce – Technologické platformy. Členství VŠB – TUO v Evropské technologické platformě bezpečnosti průmyslu, vedlo k následné iniciaci a založení CZ-TPIS, což přispělo k začlenění této technologické platformy do příslušných evropských a národních struktur. Přínosem je lepší kontakt s VaV v oblastech přispívající k větší bezpečnosti v průmyslu na území ČR, ale také účast české VaV na implementaci vlastních výsledků u nás i v zahraničí.

V rámci vzniklých kontaktů a předávání si informací nejen na společných setkáních mezi zaměstnanci akademické sféry, průmyslových podniků, výzkumných pracovišť a zaměstnanců státní sféry, došlo k společnému identifikování národních zájmů v oblasti bezpečnosti průmyslu ČR a potvrzení přínosu celého projektu. Naplňuje se tedy vize k vytváření mostu mezi vědou, výzkumem a průmyslem. Výstupem (SVA) tohoto vzájemného propojení je jistým předpokladem k účelnému využívání finančních prostředků nezbytných na VaV pro větší bezpečnost v průmyslu.